BHS IV 161-1

Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerke Aktiengesellschaft
Bibliothek
Gruppe IV
Nr. 161

<36642094370016

<36642094370016

Bayer. Staatsbibliothek

THEORETISCH - PRACTISCHE

WASSERBAUKUNST.

NEUE

UMGEARBEITETE UND VERMEHRTE AUSGABE

VON

Carl Friedrich Wiebeking,

Königlich - Baierischen geheimen Rath, Chef einer Ministerial - Section und General - Direktor des Wasser- Brücken - und Strassenbaues; Ritter des Civil - Verdienstordens der Baierischen Krone; des französischen Instituts Correspondenten; Mitglied der Königlich - Baierischen Akademie der Wissenschaften; der Holländischen Akademie der Wissenschaften zu Haarlem; der Königlichen Societät der Wissenschaften zu Göttingen; der Holländischen Gesellschaft der Experimental - Philosophie zu Rotterdam, und der physikalisch - ökonomischen Gesellschaft zu Heidelberg.

ERSTER BAND

MIT

ACHT UND SECHSZIG KUPFERN.

Auf Kosten des Verfassers.

München,

gedruckt bey Joseph Zängl.

1811.

Bayerische Staatsbibliothek München

Bayerische
Staatsbibliothek
München

SEINER EXCELLENZ

DEM

STAATS- UND CONFERENZ-MINISTER

GRAFEN VON MONTGELAS,

EHRERBIETIGST GEWIDMET

vom Verfasser.

SENDSCHREIBEN

AN DAS

FRANZÖSISCHE INSTITUT DER WISSENSCHAFTEN UND KÜNSTE.

Nie waren wohl Gelehrte, einsichtsvolle Geschäftsmänner und die Freunde des öffentlichen Wohls begieriger auf Beobachtungen und Erfahrungen, im Gebiet der Physik und der Wissenschaften, die auf das practische Leben einen fühlbaren und wohlthätigen Einfluſs haben, als in unsern Zeiten; worin das Bedürfniſs, sich durch dieselben belehren zu lassen, und auf anwendbare Theorien zu kommen, lebhaft erkannt wird. — *Das Institut*, als die erste wissenschaftliche Gesellschaft der Welt, hat diese Wahrheit so oft in seinen Schriften ausgesprochen; daſs ich mich, als ein Mitglied desselben, glücklich schätze, eine Wissenschaft durch Beobachtung und Erfahrung cultivirt zu haben, die den gröſsten Einfluſs auf die Wohlfahrt und selbst auf die Existenz von Millionen Menschen hat. Die Wasserbaukunde ist vorzüglich in Frankreich, Deutschland, Holland und Italien durch kenntniſsvolle Schriftsteller behandelt worden; und welcher Ingenieur kennt nicht die klassischen Werke von Belidor, Langsdorff, Perronet, Prony, so wie von Brunings, und die *raccolta* che trattano del moto dell'aque? Die *Franzosen* haben, steinerne Brücken, Canäle, Aquäducte, Maschinen, Schleusen, Häfen und Chausséen; die *Deutschen*, Fluſs-Correctionen, Wehre, Dämme, hölzerne Bogenbrücken, Canäle, Maschinen und Chausséen; die *Holländer*, Austrocknungen, Canäle, Dämme, Schleusen, Häfen, Seeufer- und Fluſsbauten; die *Italiener*, Canäle, Bewässerungs-Anstalten; die *Engländer*, Maschinen und Canäle; und die *Russen*, *Dänen* und *Schweden*, Canäle angelegt; Werke — welche nur alsdann ihrem Zwecke entsprochen haben, wenn sie auf richtige Grundsätze der Wissenschaft gebauet waren! Daher treffen wir in *Frankreich* vorzüglich: Canäle, steinerne Brücken, Schleusen und Häfen; in *Holland*: Austrocknungen, Seeuferbauten, Schleusen, Häfen und Dämme; in *Deutschland*: Fluſs-Correctionen und einige Brücken an, die nichts zu wünschen übrig zu lassen scheinen.

Die Wissenschaft des Wasserbaues ist zuerst von Belidor mit Einsicht behandelt worden. Sie hat den Gang genommen, den alle Abtheilungen der Physik nehmen: anfänglich wird nur empirisch verfahren, bis die Geometer, die Gegenstände ihrem Calcul unterziehen, und indem sie es nur zu oft an Beobachtungen, so wie an Versuchen fehlen lieſsen, entstanden auch einige Theorien, die keiner Anwendung fähig waren, und so wurde die Practik von der Theorie getrennt, wiewohl die Vereinigung beyder nur zum erwünschten Ziele führen kann. Alle Theorien, die also in der Erfahrung nicht bestehen, durch Versuche und Beobachtungen widerlegt werden, sind blos als ein Spielwerk des Calculs zu

betrachten, womit man Ungeübte blendet, ohne sie aufzuklären; beyde, eine anwendbare oder durch Beobachtungen begründete Theorie, und eine auf jene gegründete Praxis, müssen in der Physik angewendet werden! Dieser Ansicht bin ich in diesem Werke getreu geblieben. Vorzüglich habe ich dieses in der Materie von der Natur der fliessenden Gewässer gezeigt. So schmeichle ich mir: die Wasserbaukunde, auf einfache Grundsätze zurückgeführt und mit den Erfahrungen aller Zeiten bereichert zu haben; indem ich die wichtigsten Anlagen in Europa beschreibe und mit Vorschlägen begleite. Ohne Zweifel wird indessen diese Wissenschaft einen hohen Grad der Vollkommenheit erreichen, wenn Prony sein Werk vollendet haben wird. Dieses mufs, so weit ich dessen Plan kenne, mit dieser meiner Wasserbaukunde ein Ganzes ausmachen!

Das Gebiet der Wasserbaukunde umfafst so viele Zweige des menschlichen Wissens, dafs es kein Wunder ist, wenn von den ersten bedeutenden Werken, die sie ausführte, mehr denn zweytausend Jahre verstrichen, ehe sie einen gewissen Grad von Vollkommenheit erreichte, und durch Maximen begründet ward, die aus Beobachtungen der Natur und ihren Wirkungen hervorgegangen sind. Diese Wissenschaft, welche die Flüsse wohlthätig für ihre Anwohner leitet; den Angriffen des Meeres Grenzen setzt; die Hochgewässer in feste Bahnen hält; den Schiffen sichere Zufluchtsorte bereitet; Moräste und Seen in fruchtbares Land verwandelt, und öde Sandfelder und sterile Heyden in lachende Gefilde umschaft; die Maschinen aller Art, welche vom Winde, Wasser und Dämpfen in Bewegung gesetzt werden, erbauet; gegen das Meer grofse Schleusen anlegt; Canäle über Berge uud Thäler führt; die Flüsse zur bequemen Schiffahrt bereitet; Festungen und ganze Landesbezirke durch künstliche Inondationen vertheidigen lehrt; und endlich Brücken mit weiten Bögen erbauet; über die höchsten Gebirge, so wie durch alle Gegenden des festen Landes, bequeme Wege öffnet; eine Wissenschaft, die wesentlich zur Civilisation der Menschen beyträgt — mufste von allen verständigen Regierungen geehrt, und zum Vortheil der Völker ausgeübt werden! Daher ist sie auch von allen grofsen Männern stets unterstützt worden, und es ist kein Wunder, dafs *Sr. Majestät der Kaiser Napoleon* dieselbe im ganzen Umfange ihres Gebietes in Ausübung zu bringen sucht, da sie den Zustand seines grofsen Reichs verbessert und seinen Ruhm verewigt. Kleinliche Menschen haben aber ihren Werth verkannt, den Ingenieurs nicht nur die Mittel zu ihrer Ausübung verweigert, sondern sogar Hindernisse in den Weg gelegt und den Intriguanten Preis gegeben, ohne die Schwierigkeiten zu bedenken, die ein Ingenieur besiegen mufs, wenn er die Wirkung der mächtigen Natur zu bekämpfen bat. So wurde in solchen Ländern, worin man das allgemeine Wohl nicht beachtete, den Flüssen und dem Meere freies Spiel gelassen; die Sicherheit und Bequemlichkeit der Schiffahrt, so wie die Anlage von Heerstrassen verabsäumt; Brücken erbauet, die beim ersten Anblick, eine verstandlose Construction und eine kurze Dauer aussprachen; die Errichtung der den wichtigsten Einflufs auf die Oeconomie des Lebens habenden Getreidemühlen nicht berücksichtigt; tausend Familien verdammt, in Sumpfbezirken ihr Leben kümmerlich hinzufristen, und die fruchtbarsten Bäche zur Bewässerung des unfruchtbaren Bodens wurden nicht benutzt! Kurz! man sah den Egoismus und den Eigennutz einiger Privaten auch in der Wasserbaukunde über verständige Entwürfe und das Streben einzelner Patrioten siegen. Man mufs indessen noch hoffen: dafs die Wichtigkeit der Wasserbaukunde bald überall erkannt wird und dafs alle Gouvernements ihr die Unterstützung angedeihen lassen werden, die sie verdient.

In unsern Zeiten sind die Fortschritte der Physik aber schon so mächtig, dafs nur eine in Apathie gänzlich versunkene Regierung, die Vortheile verachtet, welche die Wasserbaukunde dem Lande darbiethet. Durchdrungen von ihren Nutzen, und von der Wahrheit, dafs auch diese Abtheilung der Physik auf solche einfache Grundsätze und Maximen zurückgeführt werden müsse, welche mit den Wirkungen der Natur übereinstimmen — suchte ich Beobachtungen über die bey den fliessenden Gewässern vorkommenden Erscheinungen anzustellen, und fast alle bis jetzt über die Geschwindigkeit des Wassers bestehenden Theorien zu prüfen; endlich machte ich mich mit den in Frankreich, Norddeutschland, Italien und Holland ausgeführten wichtigsten Bauwerken und Anlagen an Ort und Stelle bekannt, und besuchte das letztere Land, in drey verschiedenen Epochen. In Frankreich unterhielt ich mich vor eilf Jahren mit den Ingenieurs und einigen Mitgliedern des *Instituts* über die Gegenstände dieses Werkes mit um so gröfserer Zuversicht, als diese berühmte Societät das Reich der Wahrheit als ein Eigenthum aller Nationen betrachtet und sich allem demjenigen widmet welches dasselbe erweitern und begründen kann. Angestellt, in dem Herzogthum Berg, nachher zu Darmstadt, nach und nach in der Oestreich- und Baierischen Monarchie, und zwar an der Spitze des Wasser- Brücken- und Strassenbaues, fand ich Gelegenheit, wichtige Unternehmungen vorzuschlagen, und besonders unter der Regierung *Sr. Majestät des Königs von Baiern* auszuführen. Ich konnte daher Erfahrungen und Beobachtungen machen, die nur wenige Ingenieurs anzustellen und zu sammeln Gelegenheit haben. Seit dem Jahre 1805, als ich in die baierischen Dienste zurück trat, wo alle Chausséen ausgehölt und in Verfall, die Brücken und Durchlässe baufällig waren. sind in Baiern unter meiner Direction achtzehnhundert Stunden Chausséen vollkommen, und die Hälfte (des Krieges wegen) zweymal hergestellt; vierzig Stunden neue Chausséen angelegt; neunzehn Bogenbrücken von hundert bis fünfhundert achtzig Schuh Länge, die aus hundert bis zweyhundert fünfzehn Schuh weiten Bögen bestehen, erbauet; mehr als hundert andere Brücken wieder hergestellt; zehntausend Durchlässe erneuert; zwölf Haupt-Correctionen an der Donau, dem Lech, der Isar und dem Inn bewerkstelliget, und ein grofses massives Durchlafswehr bey Landshut ausgeführt; zweytausend fünfzig Stunden Chausséen aber, während das Land von zwey Kriegen heimgesucht und die Strafsen dreyfach abgenutzt worden sind, so unterhalten, dafs sie mit zu den besten Chausséen in Europa gezählt werden mögen. *Alle diese grofsen Unternehmungen* und Conservationen, d. i., die sämmtlichen Wasser- Brücken- und Strafsenbauten des Königreichs, werden — weil ich nur in der Regie, nicht aber durch Entreprise habe arbeiten lassen, die Bauplätze fleifsig besuchte, und jeder Angestellte mit erschöpfenden und durch drey hundert Generalien erläuterten Dienstes-Instructionen, versehen war, wornach die Ingenieurs mit den Geldauszahlungen nichts zu schaffen haben, welche die Rentbeamten besorgen — vom 1. Oktober 1805 bis dahin 1811, mit der Summa von 5207529 fl. (die Administration eingeschlossen) also mit 867921 fl. jährlich, vollzogen. So konnten also unter dem Ministerio des *Grafen von Montgelas*, selbst zwey Kriege, diese nützlichen Anlagen und diese National-Monumente, wodurch sich der wahre Ruhm der Könige ausspricht, nicht unterdrücken. *Von Sr. Majestät dem Kaiser von Oestreich* erhielt ich 1803 den Auftrag, über die Verbesserung der Häfen von *Venedig* und *Triest*, und die bessere Leitung der Gewässer im Venetianischen — Vorschläge zu entwerfen. Diese auf genaue Local-Untersuchungen gemachten Entwürfe habe ich in diesem Bande gröfstentheils mitgetheilt.

Sr. Majestät der König von Westphalen verlangte 1808 von mir den Entwurf zu einen von der *Elbe* nach der *Weser* zu führenden Canal, der von grofsen Nutzen für dieses Königreich gewesen wäre, indem er den Transport des Salzes und Holzes von der Elbe nach Bremen, erleichtert, ja die Weser mit der Weichsel in Verbindung gebracht haben würde. Ich begründete diese Vorschläge durch die Untersuchung des Locals.

Solche Verhältnisse mufsten nothwendig, die Ausführung des vorne angezeigten Plans, nach welchem ich bereits die erste in fünf Bänden bestehende Auflage dieses Werkes, zum Theil angelegt hatte, erleichtern. Schon damals (1797) als ich die erste Idee zur Bearbeitung dieses Werkes fafste, war mir der grofse Nutzen, den die Belidor'sche Wasserbaukunst bewirkt hatte, gegenwärtig; wie derselbe nur aus der darin enthaltenen Beschreibung von ausgeführten Werken und einigen Beobachtungen entstanden war, und nicht aus den darin vorkommenden, aber schon verdrängten Theorien. Jene waren es also, welche diesem trefflichen Buche einen classischen Werth gegeben haben. Gewifs kann aber auch über die wahren Grundsätze einer Wissenschaft nichts mehr aufklären, als ein auf ihre Werke gegründetes Studium; ich liefere daher meinen Lesern eine vollständige Beschreibung, beynahe von allen merkwürdigen Unternehmungen der Wasserbaukunde die in Frankreich, Italien, Deutschland und Holland ausgeführt sind. Wahrlich kein Land der Erde ist von dieser Wissenschaft so abhängig als dieses letztere; ja man kann sagen, dafs sie der einzige Gewährsmann seiner physischen Existenz sey. Ohne sie würde das Meer augenblicklich Nordholland bedecken, wovon der gröfste Theil zwölf Schuh unter dessen Oberfläche liegt; ohne sie würden die Hochgewässer der Maas, Leck und Waal die flachen Uferlande fast immer überströmen; ohne sie würden die *Dünen* bald fortgeführt und das Ufer des Meeres in stetem Abbruch versetzt seyn. Auch in Frankreich, dessen Ingenieure die vorzüglichsten waren, wurde die Wasserbaukunde noch vor sechzig Jahren empirisch betrieben, so sagt Cessart in seiner Déscription des travaux hydrauliques p. 9.: „die Geschichte der ältern Constructionen, vor der Zeit des General-Directors Trudaine de Montigny, zeigt uns ein eben so gewagtes als unsicheres Verfahren; ja wir haben es nur den grofsen Männern, (Perronet, Hupeau, Pitrou, Regemorte und Voglio) zu verdanken, dafs wir einen Theil der ältern Routinen beym Brückenbau und andern Werken der Wasserbaukunde, verlassen haben; aber alle ihre Zeitgenossen sind überzeugt, dafs auch sie grofse Hindernisse zu bekämpfen hatten. Ich war oftmahls Zeuge von der Bestimmtheit ihrer Meinungen, von der Festigkeit, womit sie die Minister versicherten, dafs eine schlecht verstandene Sparsamkeit, in einen Hauptfehler der Staatsverwaltung ausarte, weil sie die öffentlichen Gelder vergeudet, und den glücklichen Erfolg der Arbeiten nicht zuläfst."

Ein neues Werk über die Wissenschaft des Wasserbaues, worin die bis jetzt vorhandenen Theorien durch Erfahrung und Beobachtungen geprüft werden; welches Grundsätze und Maximen aufstellt; das, da wo eine mathematische Theorie nicht mehr anzuwenden ist, zeigt: was sich aus den Erfahrungen für Resultate und Regeln ableiten lassen; welches ferner sowohl die bey den vorhandenen Anlagen und Bauwerken mit Kenntnifs ausgeübten Maximen als die begangenen Mifsgriffe andeutet; Mittel und Vorschläge zu Verbesserungen aufstellt — ein solches Werk wird ohne Zweifel dem Theoretiker wie dem Practiker gleich wichtig, für alle Staaten aber nützlich seyn. Daher habe ich überall wo die Materie mit der Theorie in Berührung kömmt, dieser ihre Uebereinstimmung mit der

Erfahrung angeführt, um die Irthümer zu vermeiden die in der Wasserbaukunde jederzeit gefährlich sind.

Nachdem ich nun eine ohne Unterstützung, mit grofsem Kostenaufwande, durch Aufopferung vieler Zeit, so wie auf beschwerlichen Reisen und durch meine Dienstverhältnisse gesammelte Anzahl von Materialien vor mir hatte, da erst war es mir möglich: ein systematisches Werk zu bearbeiten, wovon ich hier dem *Institute* den ersten Band in der Hoffnung vorzulegen die Ehre habe, dafs ich davon eine französische Ausgabe werde veranstalten können. In diesem Werke zerlege ich die Wasserbaukunde in folgende Abtheilungen: 1) in die Flufsbaukunde; 2) die Seeuferbaukunde; 3) die Deichbaukunde; 4) die Hafenbaukunde; 5) die Austrocknungen, Entwässerungen und Bewässerungen; 6) in die Maschinenkunde, in so fern dieselbe den Schleusen- Hafen- und Brückenbau, so wie die Austrocknungen, den Canalbau und die Schiffbarmachung der Flüsse in Anspruch nimmt; 7) in die Wehr und Schleusenbaukunde; 8) in die Canalbaukunde, und die Schiffbarmachung der Flüsse; 9) in die Anlage der künstlichen Inondationen, mittelst welchen man die Festungen und ganze Länder vertheidigt; 10) in die Strassenbaukunde; 11) in die Brückenbaukunde.

Die ersten drey Abtheilungen sind in diesem Bande abgehandelt, die vierte aber angefangen. Sie wird mit den folgenden fünf Abtheilungen den zweyten Band einnehmen. Im dritten Bande werde ich die Strassenbaukunde und die gesammte Brückenbaukunde vortragen. Alsdann bleibt die zwölfte Abtheilung der Wasserbaukunde, welche die Construction und Ausführung aller noch übrigen von dem Wasser, dem Winde und durch Dämpfe in Bewegung gesetzten Maschinen und die Röhrenleitungen lehrt, übrig, und die den vierten Band einnehmen würde. Zu den drey ersten Bänden werden hundert und vierzig Kupfer nöthig seyn, wovon bereits 132 gestochen sind, so, dafs es also dem Texte nicht an anschaulichen Erläuterungen fehlt.

Das Inhalts-Verzeichnifs dieses ersten Bandes wird dem *Institute* eine Uebersicht von den darin abgehandelten Materien und die Ueberzeugung (wenn ich mir nicht zu viel schmeichle) geben: dafs derselbe seiner Aufmerksamkeit nicht ganz unwerth sey, weil der darin abgehandelte Wasserbau: am Rhein, in Holland, und längs den französischen Küsten bis Cuxhafen, gegenwärtig ein besonderes Interesse für die französische Ingenieure des Brücken- und Wegebaues hat. Ich will daher dessen Inhalt in der Kürze anführen.

Dieses Schreiben, welches ich weiter unten auch in französischer Sprache abdrucken lasse, dient zur Einleitung. Defswegen übergehe ich im Deutschen dasjenige, was ich im Französischen über die Bogenbrücken gesagt habe.

INHALTS - VERZEICHNISS DES ERSTEN BANDES DER WASSERBAU-KUNDE.

Flussbaukunde, erste Abtheilung der Wasserbaukunde S. 1—456

Von der Wichtigkeit der Flufsbaukunde, und über die Erhöhung der Flüsse in Europa. . . 1— 16

Erklärungen 16— 24

Erster Abschnitt der Flufsbaukunde, oder theoretische Flufsbaukunde. 24—242

Erstes Kapitel: Von der Natur der fliefsenden Gewässer, und einige daraus hergeleitete Grund- und Lehrsätze des Flufsbaues. 24—130

Von der Natur der Flüsse, in denen keine Fluth Statt findet 24—103

§. 27. Von den Schwierigkeiten; eine Theorie über die Geschwindigkeit der fliefsenden Gewässer festzusetzen. §. 28. Von den Eigenschaften des Wassers. §. 29. Von den Ursachen, welche die Bewegung des Stroms hervorbringen, beschleunigen oder schwächen. §. 35. Von dem Verhältnisse der Strom-Profile und der Geschwindigkeiten. §. 37. Von dem Beharrungsstande des Stromes. §. 41. Von den Geschwindigkeitsmessungen und Nivellements, welche die vorgetragenen Grund- und Lehrsätze begründen, und die im Rhein, in der Yssel, in der Waal und im Pannerdenschen-Canal angestellt sind. §. 49. §. 50. Von der Beschaffenheit der Flufsrinne und dem Stromstriche, so wie von ihrem Einflusse auf die Bewegung des Stromes. §. 51. Von der Einwirkung der Flufsbahn auf die Geschwindigkeit und Neigung des Stromes, durch hydrometrische Messungen und eine Analyse begründet. §. 55. Von den Widerströmen und ihren Einwirkungen auf die Bewegung des Stromes. §. 62. Von der Figur der Stromprofile und ihrer Einwirkung auf die Bewegung des Stromes. §. 64. Ueber die Flufskrümmen und ihren Wirkungen. §. 66. Von den Wirkungen der Durchstiche und der Geradeleitung der Flüsse. §. 69. Von der Vereinigung der Flüsse. §. 70. Von der Theilung der Flüsse, in verschiedene Flufsarme oder Flufsäste. §. 71. Von der Entstehung und Figur der Inseln und ihrem Einflufs auf die Bewegung des Stromes. §. 76. Von den Eisgängen und Eisdämmen und ihren schädlichen Wirkungen. §. 77. Von dem Flufsmaterial und dessen Abrundung, und seinem Einflusse auf die Geschwindigkeit der Gewässer.

Von der Natur der Flüsse, der Seemündungen und Meerbusen, in denen die Fluth einströmt S. 104—130

§. 84. Von der Fluth im Weltmeer und längs den Küsten. §. 87. Von der Fluth und Ebbe im Canal und in der Nordsee. §. 91. Ebbe- und Fluthströme fliefsen nicht mit einem hydraulischen Beharrungsstande. §. 92. Das Seewasser oder auch das Flufswasser in dem untern Flufsbezirke, kann, während einer Fluthzeit, bis zu demjenigen Puncte, wohin der Rückwallende-Strom verspührt wird, nicht gelangen. §. 93. Da wo also die Gröfse des in der Mündung einströmenden Fluthstromes den Druck, womit er gegen den Flufsstrom wirkt, bestimmt, beruht es auf der Gröfse der Mündung, oder ihres Profils, d. i. ihrer Tiefe und Breite, wie weit der Rückwallende-Strom aufwärts geschoben werden kann. §. 94. Das Wasser der Vorfluth kann nicht über das Wasser der Nachebben oder über das Wasser des Flufsstromes hinweggleiten. §. 95. Auch in Meerbusen und Flüssen, in denen die Fluth einströmt, finden, in den engsten Stellen, die gröfsten Tiefen Statt. §. 96. Die in Flüssen einströmende Fluth hat in der Nähe der Flufsmündung eine positive, dann eine negative Neigung, das ist, des sogenannten Fluthstromes oder eigentlich des Rückwallenden-Stromes Oberfläche erhebt sich Flufsaufwärts. §. 97. Die Oberfläche des Rückwallenden-Stromes mufs sich alsdann desto mehr einer Horizontalfläche nähern, wenn der Flufs niedrig steht. §. 98. Alle Geschwindigkeitsmessungen der Ebbe- und Fluthströme können nur dann ein brauchbares Resultat, in Hinsicht der Wassermenge, geben, wenn sie zur halben Ebbe- oder halben Fluthzeit, unter einerley Umständen, angestellt sind §. 99. Um die Wassermenge eines Ebbe- und Fluthstromes zu bestimmen, mufs die Messung zu gleicher Zeit in mehreren Perpendiculairen oder Stromstriefen bewerkstelligt werden. §. 100. Der Rückwallende-Strom wird in seinem Laufe nur alsdann retardirt, wenn die Ebbe vor der Mündung eines Flusses eingetreten ist. In diesem letzten §. sowohl als im §. 96. kommen äusserst wichtige Beobachtungen und Nivellements, von dem Steigen und Fallen der Fluth und Ebbe in den holländischen

Flüssen, vor, wodurch die vorgetragenen Lehrsätze begründet werden. §. 101. Die Geschwindigkeit des Flufsstromes sowohl als des eigentlichen Fluthstromss, nimmt, von der Oberfläche nach dem Boden hin, ab. §. 102. In einer solchen Flufsmündung, deren Bett regulair ist, deren Fluthrinne auch in der Ebberinne liegt, worin sich also die Stromrinne nicht weit von des Flusses Mitte entfernt, wird der Fluthstrom eines senkrechten Querschnitts eine convexe und der Ebbestrom eine concave Oberfläche bilden. §. 103. Seeströme müssen, von Ebbe- und Fluthströmen in Flüssen, unterschieden werden. §. 104. In den Mündungen der Flüsse und der Meerbusen kann es an dem einen Ufer fluthen, wenn es längs dem entgegengesetzten ebbt. §. 105. Die Gefahren, welche dem vollendeten Deiche drohen, bestehen bey Ebbe- und Fluthströmen äusserst selten in Grundbrüchen, sondern mehr in Uferabschälungen. §. 106. Von der Erhöhung des Bettes der Flufsmündungen und Meerbusen, in denen die Fluth einströmt.

Zweytes Kapitel der theoretischen Flufsbaukunde, oder die *Hydrometrie* S. 131—209
§. 108. Von der Aufnahme der Flufs- oder hydrotechnischen Karten. §. 111. Von den Tiefenmessungen. §. 114. Von dem Nivellement der Flüsse, mit der Beschreibung der dazu gebrauchten Visirtafeln und des Nivellirinstruments. §. 122. Untersuchung der Theorien über die Geschwindigkeit des fliefsenden Wassers. §. 130—131. Von einer sichern und einfachen Methode, die Geschwindigkeit des fliefsenden Wassers zu erfahren. §. 132. Von den Instrumenten, welche man ehemahls zu den Geschwindigkeitsmessungen gebrauchte: a) Von der hydrometrischen Flasche des *Nadi*; b) Von der *Pitot'schen* Röhre; c) von der Wasserfahne des *Ximenes*; d) Von dem Regulator des *Castelli* und *Guglielmini*; e) Von der *Kugel* des *Lorgna* und dem Quadranten; f) von den Instrumenten des Fossombroni; g) Von *Michelotti's* hydraulischer Schnellwage; h) von dem *Bruningschen* Strommesser und der Art seines Gebrauches, und endlich i) von *Woltmann's* hydrometrischen Flügel. §. 137. Ueber die Methoden, um, aus den durch Messung gefundenen Geschwindigkeiten. die mittlere Geschwindigkeit und die Wassermenge der Stromprofile zu bestimmen. §. 142. Von der Auffangung des Schlicks und Materials, das der Strom mit sich führt. §. 143. Von den geschichtlichen Untersuchungen, die beym Flufsbau nothwendig sind.

Drittes Kapitel der theoretischen Flufsbaukunde: Uebersicht der wesentlichen Grundsätze und Maximen des Flufsbaues S. 210—242

Zweyter Abschnitt der Flufsbaukunde oder angewandte Flufsbaukunde 243—256

Erstes Kapitel: Von der Construction und Ausführung der Flufsbauwerke.
§. 176. Von den verschiedenen Bauconstructionen im Allgemeinen. §. 178 Die Construction und Ausführung des Faschinenbaues, auf die verschiedenen Arten der Flufsbauwerke angewendet, und insbesondere auf die vom Verfasser ausgeführte Enclavirung des Rheins bey Honnef und auf eine am Leck von holländischen Ingenieurs bewirkte Durchdämmung eines Deichbruches. § 193. Von der Construction und Ausführung der Sinkstücke. §. 196. Von den Schlick- oder Sandfangezäunen und Pflanzungen.

Zweytes Kapitel: Die Ausführung der Durchstiche oder die Geradeleitung und Correction der Flüsse und Bergflüsse 270—309
§. 199. Allgemeine Maximen über die Geradeleitung der Flüsse und Anwendung der Durchstiche, §. 201. Die Ausführung des Byland'schen Durchstiches. §. 202. Die Leitung der Neuen-Yssel. §. 203. Von der vom Verfasser mit der Donau, zwischen den Städten Lauingen und Dillingen ausgeführten Geradeleitung. §. 204. Von der vom Verf. ausgeführten Correction des Isarflusses a) bey München, b) bey Ismaningen und c) bey der Stadt Freysing. §. 210. Von der vom Verf. ausgeführten Flufscorrection oder von der Geradeleitung des Inns vier Stunden unter Kuffstein. §. 212. Von der vom Verf. ausgeführten Correction des Inns bey Rattenberg in Tyrol. §. 213. Von der Construction und Verfertigung der Senkfaschinen.

Drittes Kapitel: Von den fliefsenden Gewässern in dem ehemahligen Venetianischen, insbesondere von der Verbesserung des Laufs der Brenta, des Bacchiglione, so wie von den zwischen Vizenza, Padua, Verona und dem Etsch-Flusse befindlichen fliefsenden Schifffahrts- und Entwässerungs-Canälen . . S. 310—322

Viertes Kapitel: Von dem Laufe des Niederrheins und dessen Veränderungen, so wie von dem Flufsbau an demselben: nähmlich von den Siebenbergen oberhalb Bonn bis zur Stromtheilung des Rheins oberhalb Arnheim und Nymegen; nebst den Vorschlägen zur Verbesserung des Laufs vom Rhein 323—333

Fünftes Kapitel: Von dem Geschichtlichen des holländischen Flufsbaues 334—356
§. 238—251. Geschichtliche Darstellung von dem hydrotechnischen Zustande Hollands und dem Lauf sei-

ner Flüsse, insbesondere über die Entstehung des Lecks, über die Versandung des Rheins und den Durchbruch der Meerwede durch den *Biesbosch*; von den Ursachen der Verstopfungen der holländischen Flüsse und der daraus entstandenen verderblichen Inondationen. §. 252. Von den neuesten Verbesserungen der holländischen Flüsse.

Sechstes Kapitel: Vorschläge zu den Verbesserungen der holländischen Hauptflüsse, so weit die Fluth darin nicht hinauftritt, und von den Mitteln zur Abwendung aller Ueberschwemmungen, worin sich auf die zum Werke gehörigen Flußkarten, auf Nivellements und genaue Localuntersuchungen bezogen wird . . . 356—400

Siebentes Kapitel: Von der hydrotechnischen Leitung der Flüsse der dritten Art; das ist, solcher fließenden Gewässer, deren Rückwallender- oder Fluthstrom über ein steigendes Bett sich bewegt, und die in Holland Untere-Flüsse genannt werden, mit Vorschlägen zur Abwendung der Ueberschwemmungen von den untern Flußgegenden Hollands und zur Verbesserung von der Fahrbarkeit der Merwede und Maas, begleitet. Hier wird die Verbesserung der Merwede bey Gorckum; die allmählige Zuschließung des Alten-Wiels; und die Zweckwidrigkeit der ehemahls vorgeschlagenen Ueberlaßdeiche, von Altena und Hardinksveld; so wie die Correction von der Ausmündung der holländischen Yssel und der Maas bey Rotterdamm und Dortrecht bis zu ihrer Mündung, abgehandelt 400—429

Achtes Kapitel: Von dem Bau an den Flüssen der zweyten Art, oder an solchen Strömen, welche in den Meerbusen und Seemündungen von der Ebbe und Fluth hervorgebracht werden, deren Gewässer sich also auf einem horizontal liegenden Boden bewegen können, und bey denen die Ursachen der Bewegung nicht von dem Abhange ihres Bettes entstehen: mit wirklichen Beyspielen belegt 430—451
In diesem Kapitel werden Vorschläge gemacht (§. 288—289.) zur Verbesserung des Haringvliets und der Helvoeter-rhede. §. 290. Von den von der Südersee durch den Pampus in das Y einströmenden Sturmfluthen, welche öfters einen Theil der Stadt Amsterdam und das südlich dem Y liegende Rhein- und Amstelland überschwemmten; und von der Schädlichkeit der niedrigen Lage des Slaper-Deiches unweit Saandport. §. 292. Von der Verbesserung der Fahrbarkeit des Innern- oder westlichen Y-Stromes.

Seeuferbaukunde: zweyte Abtheilung der wasserbaukunde 457—556

Erster Abschnitt: Theoretische Seeuferbaukunde 457—473

Zweyter Abschn: Angewandte Seeuferbaukunde 474—556
§. 19—20. Von der Construction der besten Seeuferbauwerke. §. 21. Von dem ältern Zustande der Südersee und ihren Inseln. §. 22—23. Von West-Friesland oder Nordholland und dessen Seeuferbauten im Allgemeinen. §. 24. Der Seeuferbau bey *'sGravesande* in Südholland. §. 25. Von dem Seeuferbau bey Petten, oder der Seewehre *Hondsboschen* in Nordholland. §. 26. Von dem Seebau vor und längs dem *Maarsdiep*. §. 27. Auf der Insel *Wieringen*. §. 28. §. 28. Auf der Insel *Marken*. §. 29. u. 30. Auf der Insel *Vlie*. Im letzten §. ist zugleich eine Anweisung von den Strohbestickungen und Helmpflanzungen der Dünen gegeben. §. 31. Von dem Seebau auf dem Eylande *Texel*. §. 33. u. 34. Von dem Seeuferbau auf *Terschelling*, und von dem damit in Verbindung stehenden Hafen. §. 35. Der Seebau auf der ehemahligen Insel *Goederede* in Südholland. §. 36—39. Von dem Seebau längs der *Süder*- und *Nordsee*, unweit *Haarlingen* in Friesland. §. 40. Der Seeuferbau an der nordholländischen Küste der Südersee. §. 41. Von dem *Groeningschen* Seeuferbau. §. 43. Der Seebau auf der Insel *Walchern* in Seeland. §. 45. Seeuferbau bey *Ostende*. §. 46. Bey *Havre* in der *Normandie*. §. 47. Von dem *Oldenburgischen* Seeuferbau. §. 48. Der Seeuferbau am Haarlemmer-Meer. S. 540—548. Der Seeufer- und Hafenbau bey *Rützbüttel* und *Cuxhafen* am Ausflusse der *Elbe*. S. 548—556. Der *Venetianische* Seeuferbau.

Damm- oder Deichbaukunde, dritte Abtheilung der Wasserbaukunde 557—602

Hafenbaukunde, vierte Abtheilung der Wasserbaukunde 603—672

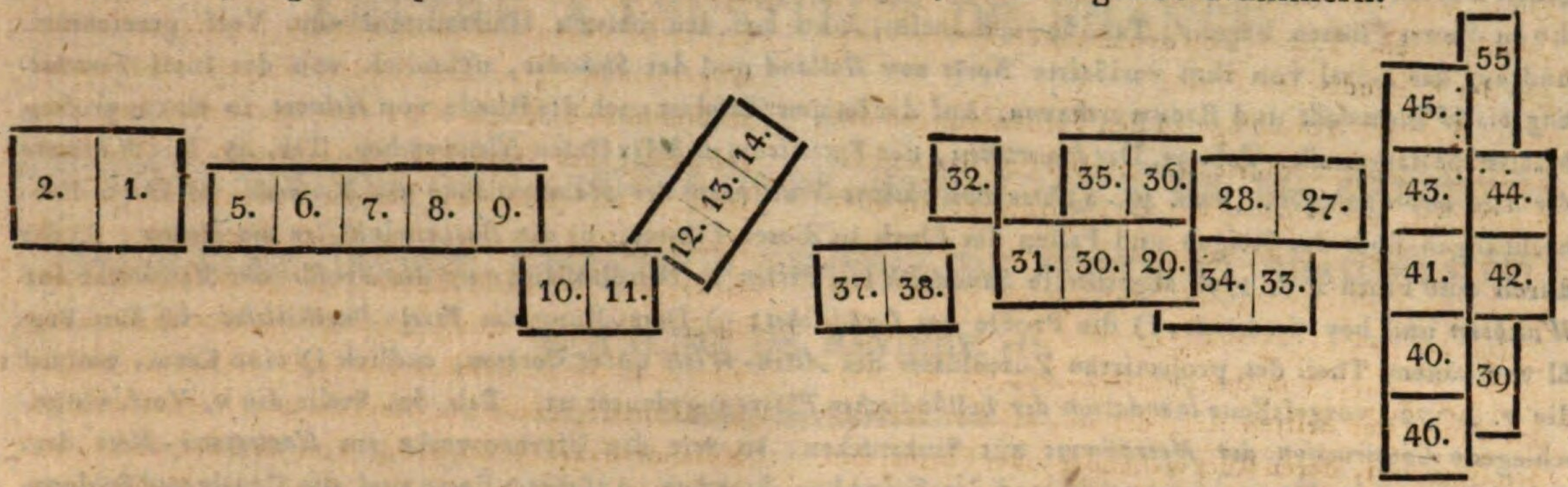
Erster Abschnitt: Theoret. Hafenbaukunde S. 603—634

Zweyter Abschnitt der Hafenbaukunde, oder die angewandte Hafenbaukunde 635—672

Erstes Kapitel: Beschreibung der merkwürdigsten Europäischen Häfen. Diese Materie wird im 2ten Bande fortgesetzt. Beschreibung der Rhede und des Hafens von *Cherbourg* 635—647
Beschreibung des an der Spitze von Nordholland liegenden Hafens, das *Nieuwe-Diep* 647—662
Darstellung des Hafens von *Amsterdam* so wie der Circulation des Ebbe- und Fluthstromes in den Canälen dieser Stadt 662—667
Beschreibung des Hafens von *Toulon* 667—669
Beschreibung des Hafens von *Cronstadt* . . 669—672

Acht und sechzig Kupfertafeln zum ersten Bande der Wasserbaukunst zweyte Auflage.

Diejenigen Kupfer, welche zusammenstossen, sind folgende Nummern.



Aus diesen Taubleaus wird sich der Leser überzeugen: dafs die Kupfer nicht bey dem Texte gebunden werden dürfen, sondern in einen besondern Band; noch besser aber in eine Mappe einzeln eingelegt werden sollten.

Nachricht von den Kupfertafeln dieses Bandes.

Zu diesem Bande gehören folgende Kupfer, die ich nicht nach fortlaufenden Nummern bezeichnen konnte, weil zu der ersten Auflage die Nummern darauf bereits gestochen waren. Ich mufste daher auch 10 Kupfertafeln mit Buchstaben bezeichnen. Tab. A) stellt die vom Verfasser angegebene *Visirtafeln* dar. B) enthält einen Theil der Erläuterungen zum Faschinenbau. C) zeigt die Correction des *Isarflusses* bey *München* und *Ismaningen*. Sie ist aus verschiedenen Abtheilungen zusammengesetzt. D) Die Flufscorrection der Isar bey *Freysing*. E) Die Geradeleitung des *Inns* vier Stunden unter Kuffstein. F) Die Flufscorrection der *Donau bey Dillingen*. G) Die Durchdammung des *Innstrudels* oder *Wirbels* bey *Rattenberg* in Tyrol. H) Enthält die *Lagunen* und Inseln vor Venedig, so wie *Venedig* selbst, und den untern Theil der *Brenta*. I) Eine hydrographysche Karte des ehemahligen *Venetianischen*, worauf alle Gewässer dieses Landes bezeichnet sind. K) Ist eine vom Verf. aufgenommene Karte der *Rhein*- und *Mayngegenden* oberhalb Maynz. Tab. 1. und 2. Eine vom Verf. aufgenommene Karte des *Rheins* bey *Düsseldorf*, worauf die Tiefen angegeben sind. Tab. 3. Die Stromkarte des *Rheins* im *Grofsherzogthum Hessen*, die der Verf. aufgenommen, und worin derselbe die Tiefen bezeichnet und die Geschwindigkeitsmessungen eingetragen hat. Tab. 4. Eine vom Verf. aufgenommene Stromkarte des *Rheins oberhalb den Siebenbergen*, worin die von demselben ausgeführte Enclavirung des rechtseitigen Rheinarmes und die Wirkung dieses Baues eingetragen ist. Tab. 5—14. ist eine hydrographisch-hydrotechnische Karte des *Rheins*, von *Linz* bis *Arnheim*. Tab. 15. Enthält die vom Verf. aufgenommene Stromkarte des *Siegflusses* im Herzogthum Berg, einen Theil des Rheins oberhalb *Rees*, und beym Hause *Mehrum*, so wie die Karte des *Ninderrheins* und der *Yssel*, in der Nähe der Stromscheidung. Tab. 16. Die vom Verf. aufgenommene Stromkarte einiger Rheinbezirke im Herzogthum *Berg*. Tab. 17. Das vom Verf. bewerkstelligte *Nivellement des Nieder-Rheins*, von der *Aar-Mündung* bis gegen *Mühlheim*. Tab. 18. *Instrumente*: um die *Geschwindigkeit* des fliefsenden Wassers zu messen. Tab. 19. Das *Niveau* des Herrn Schröders. Tab. 20. Enthält einen Theil der *Construction des Faschinenbaues* und die Verfertigung der *Sinkstücke*. Tab. 21. Die Karte von dem *ältern* Zustande des *Rheins* und der *Waal*, welche aus der Aufnahme des Ingenieurs Passavant v. J. 1696 gezogen ist, und die zur Stromgeschichte wesentlich ist. Tab. 22. und 23. Die *Oberwaal*, der *Bylandsche-Durchstich* und die *Mündung des Pannerdenschen-Canals*, worauf die Verbesserungsentwürfe und die nach und nach erfolgten Erweiterungen und

Vertiefungen des *Bylandschen - Durchstiches* bezeichnet sind. Tab. 24. Karte von den *ältern Mündungen des Pannerdenschen - Canals.* Tab. 25. Karte von dem *Pannerdenschen - Canal* und dem *Bylandschen-Durchstich.* Tab. 26. Darstellung der *ältern Mündungen des Pannerdenschen - Canals* von 1751, 1766 und 1777, so wie des *Bylandschen-Durchstiches.* Tab. 27—38. inclus. enthalten die von dem Verf. aus den besten Hülfsmitteln zusammengetragenen Karten von der *Waal*, dem *Unter - Rhein*, dem *Leck*, der *Merwede* und *Maas*, und von den Gegenden, die an diesen Flüssen liegen. Tab. 39—46. inclus. eine aus den besten Hülfsmitteln vom Verf. gezeichnete und auf das Local von ihm verificirte *Karte von Holland* und der *Südersee*, nähmlich von der Insel *Terschelling bis Willemstadt* und Brouwershaven. Auf der letzten Tafel ist auch die Rhede von *Helvoet* in einem grofsen Maafsstabe dargestellt. Tab. 47. Das *Maarsdiep*, der *Texelstrom* und der Hafen *Nieuwendiep.* Tab. 48. Die *Mündung der Elbe* bey *Cuxhafen.* Tab. 49. a) Das *Bolstraische-Nivellement der Maasmündung und Merwede*, b) dessen Beobachtungen über das Steigen und Fallen der Fluth in diesen Flüssen; c) die *Buschsteinhöfter am Helder*, d) der durch eine Fluth i. J. 1792 abgestürzte *Sanddeich bey Petten* in Nordholland; e) die Profile der Bauwerke auf *Walchern* und bey *Goederede*; f) die Profile des *Leckdeiches*; g) Darstellung des *Yssel - Durchstiches*; h) Ein Profil von einem Theil des projectirten Zuschlusses des *Alten - Wiels* unter *Gorkum*, endlich i) eine Karte, worauf die v. J. 1799 vorgefallene *Inondation der holländischen Flüsse* angedeutet ist. Tab. 50. Stellt die v. Verf. vorgeschlagene *Construction der Meerdämme* mit Sinkstücken, so wie die Uferbauwerke am *Harlemmer - Meer* dar. Tab. 51) Karte des Y's vor Amsterdam und der *Zaane* bey *Zaandam.* Auf dieser Karte sind alle Canäle und Schleussen von Amsterdam bezeichnet. Tab. 55. Karte von einem Theil der *Südersee* und von *Friesland*, worauf zugleich die Friesischen Seeuferbauten angedeutet sind. Tab. 56. Enthält die merkwürdigsten *Holländischen-* und *Friesischen-Seedeiche*, so wie die Karten des Hafens von *Terschelling*, der Insel gleiches Nahmens, und den Inseln *Marken* und *Wieringen.* Tab. 57. Die *Seeuferbauten* auf der Insel *Walchern bey Westcappel*, so wie die Seeuferbauten a) an der *Jahde*, b) der Emsmündung, c) bey *Ostende*, d) bey *Havre*, e) bey *Blankenberg* in Flandern, endlich f) an der Schelde, *Vlissingen* gegenüber. Tab. 58) Karte von der *Cherbourger-Rhede* und dem *Hafen* von *Cherbourg*, worauf die Cessartschen Kegel gezeichnet sind. Tab. 60. Der Hafen und die Rhede von *Toulon.* Tab. 84. Erläuternde Figuren und Fuhrwerke zum Deichbau, so wie Maschinen zur Hebung und Transportation grofser Werkstücke u. s. w. Tab. 90. Enthält endlich die Häfen von *Cronstadt* und *Triest* und die Profile der Seedämme, welche auf den *Inseln bey Venedig* liegen.

Es sind also 68 Kupfertafeln, die zu diesem Bande gehören.

Errata.

Seite.	Zeile. v. o.	Zeile. v. u.	man lese	anstatt
3	—	2	Biesbosch — — —	Hondsbosch
6	16	—	grande	grand
21	1	—	15	20
29	—	10	Flüssigkeit, Schwere .	Flüssigkeit
70	3	—	schnellern Stromfäden .	Stromfäden
77	1	—	merklichen . .	unmerklichen
89	—	10	Neckar	Mayn
90	1	—	Wasserstaat . .	Wasserstand
91	25	—	ziemlich	zierlich
92	15	—	Lürick	Zurick
95	7	—	Eisdämme	Eisgänge
116	19	—	dafs	ist, dafs
139	11	—	1794	1779
175	—	13	ersten Art . .	zweyten Art
175	—	15	zweyten Art . . .	ersten Art
206	17	—	in dem	in den
211	—	2	Abschnitt	Kapitel
216	1	—	Gewerke	Gewerbe
217	26	—	Unterwehrt . .	Unterwehre
223	10	—	Uferbaue	Uferbau
227	—	5	sey	bey
239	5	—	90	190
240	—	3	werde	werden
241	24	—	will, ...	will, nicht
247	13	—	e Fig. 1.	c Fig. 1.
247	14	—	9* und 10* Tab. B. .	9. und 10. Tab. 20.
269	6	—	oder	aber
272	16	—	1793	1810
287	—	—	In der Tabelle ist das Baierische Maafs mit dem Pariser verwechselt worden.	
288	(20 (23	—	L	C
292	25	—	9. 10.	6. 7.
294	—	10	Fig. 3.	Fig. 2.
296	2	—	— 3.	— 2.
306	—	6	— G.	— E
306	19	—	I. II. III. . .	I. II. III. a. b. c.
307	(16	—	— G	E
307	(21	—	— G	E
315	13	—	courant	courans
325	—	1	dritten	zweyten
363 364	—	—	Tab. 49.	Tab. 52.
430	—	11	Schiffsdocke . .	Schiffsdecke
430	—	15	9600	96000
463	—	4	56	36

LETTRE À L'INSTITUT DE FRANCE

SUR LA

NOUVELLE ÉDITION DE L'ARCHITECTURE HYDRAULIQUE DE Mr. WIEBEKING, CONSEILLER - INTIME, DIRECTEUR GÉNÉRAL DE PONTS ET CHAUSÉES DU ROYAUME DE BAVIÈRE etc.

Jamais peut-être la sagacité des savants, des administrateurs, des citoyens dévoués au bien public, ne s'est exercée avec plus d'ardeur, que de nos jours, sur les expériences dans le règne de la physique, sur celles de toutes les sciences, qui ont, sur la prospérité des états, une influence immédiate et salutaire; on est pénétré de la nécessité de parvenir à l'aide des expériences à des théories applicables. Cette vérité fut souvent consacrée dans les mémoires de l'institut de France, la prémière des societés savantes de l'Europe. Correspondant de cette société célèbre, je m'estime heureux d'avoir appliqué mes veilles à la culture et aux progrès d'une science, d'ou découle le bien-être, je dirai même, l'existence de millions de nos semblables.

La France, l'Allemagne, la Hollande, l'Italie, ont fait, de l'architecture hydraulique, l'objet de leurs recherches. Quel ingénieur ne connôit les oeuvres classiques de Belidor, de Perronet, de Prony, de Langsdorf, de Brunings, et la Raccolta che trattano del moto dell'aque?

Les Français ont surtout construit des ponts de pierre, des canaux, des ports, des écluses et des chausées; les Allemands ont exécuté des corrections de rivières, des épanchoirs, des digues, des ponts à arches de charpente, des canaux, des machines et des chausées; les Hollandois ont opéré des dessèchemens, ont construit des ports, des écluses, et des canaux, et ces dernières constructions ne sont pas étrangères aux Russes, aux Danois et aux Suédois. Cependant ces ouvrages n'ont atteint leur but que quand leurs constructions ont été basées sur les vrais principes de la science. C'est pourquoi la France s'est distinguée par ses ponts de pierre, par ses écluses et par ses canaux; la Hollande par des dessèchements, des écluses, des canaux et des digues; l'Allemagne par de grandes corrections de rivières et par quelques ponts qui ne laissent rien à désirer.

L'architecture hydraulique est redevable de ses prémiers succès à Belidor. Cette science a suivi la marche, que prennent toutes les parties de la physique, celle des observations, qui lui servent de base; et ce ne fut que long temps après que les géometres soumirent les observations au calcul. Mais trop peu attentifs aux résultats de l'expèrience, ils ont quelque fois créé des théories inapplicables dans l'exécution. Celle-ci fut donc séparée de celle-là, quoique leur réunion puisse seule nous conduire au but. Toute théorie démentie par l'ex-

périence et par l'observation, est fausse, elle n'est plus qu'un jeu de calcul, qui séduit les nouveaux initiès dans la science, sans les éclairer.

Il n'y a donc qu'une théorie applicable dans l'exécution; il n'y a qu'une pratique sûre, dont on puisse faire usage dans la physique. Si ce point de vue m'a dirigé dans cet ouvrage, je l'ai saisi en consultant la nature des rivières et des fleuves. J'ose ainsi m'attribuer l'avantage d'avoir réduit l'architecture-hydraulique à des principes simples et de l'avoir enrichie des expériences de tous les âges. Je parle dans cet ouvrage des entreprises les plus importantes, faites dans cette partie, en Europe; et parmi ces entreprises j'en ai présenté plusieurs, avec des projets d'amélioration. On ne peut douter, que cette science n'atteigne le plus haut degré de perfection, quand Prony aura mis la dernière main à son ouvrage. Si j'en ai bien saisi le plan, je puis espérer, qu'il fera un tout avec le mien.

Cette science embrasse tant de branches de connoissances qu'il n'est rien moins étonnant, que deux mille années se soient écoulées, depuis les prémiers grands ouvrages qu'elle a exécutés jusqu'à ce qu'elle fut arrivée à un certain période de perfection; jusqu'à ce qu'on l'ait établie sur des règles émanées des observations sur la nature et sur ses effets. Contribuant efficacement à la civilisation des peuples, elle a été honorée dans tous les gouvernements sages qui en ont appliqué les principes au bien être des nations. N'est ce pas elle qui dirige les fleuves et les rivières au plus grand avantage des riverains, qui oppose des barrières aux irruptions de l'océan, qui fixe des limites aux accrues des eaux, qui prépare aux vaisseaux des asyles assurés? n'est ce pas elle, qui convertit en fertiles guérets les étangs et les landes, qui construit des moulins, mis en mouvemeut par l'eau, la vapeur ou le vent, qui s'oppose par de grandes écluses aux attaques des vagues, qui conduit des canaux sur les montagnes et dans les valées, qui rend les rivières navigables et les forteresses inexpugnables par le secours des inondations? n'est ce pas elle, enfin, qui construit les ponts à grandes arches et qui fait pratiquer, sur les lieux les plus élevés, aussi bien que dans les plaines, des chemins, des voies publiques commodes et sûres? Qui s'étonnera maintenant que cette science ait excité l'interêt de tous les grands hommes et que l'exécution de ses principes soit dévenue aux yeux de sa Maj. l'Empereur Napoléon un moyen infaillible, d'aggrandir la prospérité de ses vastes états et d'éterniser sa gloire?

L'architecture hydraulique a cependant rencontré des hommes, qui ont méconnu les avantages qu'elle procure à l'humanité; des ésprits ignorants ne se sont pas bornés à refuser aux ingénieurs les moyens nécessaires à l'exécution de leurs grandes entreprises, ils leur ont suscité des obstacles et ont ensuite abandonné la science à la merci des intriguants, sans songer que l'homme éclairé rencontre dans la nature seule assez de difficultés à combattre. Ainsi dans les pays où le salut public n'est compté pour rien, on a laissé un libre cours aux attaques des rivières et de la mer; on a négligé la sûreté et la commodité de la navigation, la construction des chaussées; on a vu exécuter des ponts, qui au premier aspect, découvrent une construction inepte et font présager une courte durée; on n'a pas eu égard à l'établissement des moulins à blé; on a condamné nombre de familles à végéter à croupir, dans des terrains marécageux; on a perdu de vue l'utilité des ruisseaux pour les irrigations des terres incultes; on a vu enfin l'égoisme triompher sur de sages projets et sur les intentions des vrais patriotes. Cependant il faut espérer, que l'importance de l'architecture-hydraulique sera bientôt sentie partout et que tous les gouvernements lui accorderont les sécours qu'elle mérite.

De nos jours, les progrès dans toutes les parties de la physique en sont venus à une telle hauteur qu'il n'y a qu'un gouvernement apathique qu'un ministère lache, qui puisse dédaigner les avantages précieux, que l'architecture hydraulique répand dans tous les pays. Pénétré de cette vérité, que cette partie de la physique doit être réduite à des principes aussi simples que le sont les effets de la nature, je me suis appliqué à faire des observations sur les phénomènes que présentent les rivières: à examiner toutes les théories, qui ont paru jusqu'à présent sur la vitesse du cours des eaux; j'ai pris connoissance, sur les lieux, des constructions les plus remarquables disseminées dans la France, la Hollande, l'Allemagne et l'Italie; j'ai même parcouru, à trois époques différentes, la ci-devant rèpublique Batave. En France (il y a onze ans) j'ai conféré avec les ingenieurs français et plusieurs membres de l'institut sur les divers sujets, dont il est question dans cet ouvrage, avec d'autant plus de confiance, que cette illustre Société régarde l'empire de la vérité comme le domaine de toutes les nations et qu'elle se prête à tout ce qui peut l'étendre et la confirmer.

Employé dans le duché de Berg, puis dans le grand duché de Hesse, en qualité d'inspecteur en chef, appellé ensuite en Autriche et maintenant en Bavière, comme directeur-général des ponts et chaussées, les occasions ne m'ont pas manqué pour projeter des entreprises importantes et en exécuter, surtout sous le règne de *Sa Majesté le Roi de Bavière*: je dois donc au concours des circonstances d'avoir pu faire des expériences que peu d'ingénieurs, peut-être, ont eu occasion de tenter. Dans l'année 1805, époque de ma rentrée au service de la Bavière, toutes les chaussées de ce royaume dépérissoient, presque tous les ponts et aqueducs tomboient en ruine. Dans cet intervalle jusqu'à ce jour, j'ai fait réparer 1800 lieues et j'en ai fait construire 40 de chaussées, élever 19 ponts a arches de 100 à 590 pieds de longueur et 100 à 215 pieds d'ouverture pour chaque arche; réparer plus de 100 autres ponts et renouveller 10000 aqueducs ou ponceaux, de 5 à 40 pieds d'ouverture; j'ai fait travailler à douze corrections majeures sur le Danube, le Lech, l'Isar et l'Inn, et j'ai donné à une partie de ces rivières et fleuves un autre cours. J'ai executé près de Landshut un grand épanchoir à fond, en maçonnerie, j'ai fait rélever et réparer enfin 2050 lieues de chaussées. La pluspart de ces vois publiques, quoique foulées pendant deux guerres successives par l'artillerie et les trains des armées, peuvent être à présent rangées parmi les meilleurs chemins de l'Europe.

Tous ces grands ouvrages ont été exécutés *par régie et non par entreprise*. Je visitois souvent les chantiers et atteliers, je donnois aux ingénieurs et à chaque employé de suffisantes instructions pour le service, et qui sont imprimés; j'y préscrivois la marche de l'exécution des grandes entreprises et j'adoptois pour règle: que les ingénieurs ne devoient se charger d'aucune espèce de comptabilité, pecuniaire, cet objet étant exclusivement de la compétence des réceveurs de districts; dans plus que trois cent ordonances génèrales ou lettres circulaires aux ingénieurs, j'ai developpé les maximes de la science et leurs application sur les localités; j'y ai poursuivi la marche du service et enfin j'ai distribué un ouvrage sur l'art de construire de réparer et d'entretenir les chaussées. (1808 à Sulzbach chez Seidel). Cette manière de conduire et de régulairiser le travail m'a procuré la plus grande économie et les moyens de me livrer à des entreprises aussi variées qu'étendues, de les mettre à exécution, et de combattre toutes les entraves que les intrigans m'opposoient continuellement!!! Ainsi tous les travaux du département des ponts et chausées en Bavière, en y comprenant les frais d'administration, n'ont coutés depuis le 1er Oct. 1805 jusqu'au

1er Oct. 1811 que la somme de 5,207,529 florins, ce qui donne par année celle de 867,921 florins. Ainsi sous le ministère du comte de *Montgelas* le poids et les calamités de deux guerres n'ont pu arreter l'exécution de ces établissements utiles, de ces monuments nationaux, dans les quels se prononce la vraie gloire des souverains.

En 1803, je réçus de *S. M. l'Empereur d'Autriche* l'ordre de présenter des projèts sur l'amélioration des ports de Vénise et de Trieste et sur une meilleure direction des rivières dans le pays de Vénise. Les projèts appuyés sur des recherches locales, sont pour la plus grande partie développés dans cet ouvrage (*).

En 1808 *S. M. le Roi de Westphalie* me chargea du projèt d'un canal pour conduire de l'Elbe au Weser; canal qui eut été d'une grande utilité pour ce royaume en facilitant le transport des sels et des bois de l'Elbe au Weser, en joignant même le Weser à la Vistule. J'ai fondé ce projet sur des recherches faites sur toutes les localités.

On conçoit sans peine, que la réunion de toutes ces circonstances m'ont facilité l'exécution du plan, dont j'ai parlé plus haut: je l'avois déjà antérieurement traité en partie dans la prémière édition de cet ouvrage en cinq volumes.

Dès 1797, lorsque je conçus le plan de ce travail, l'utilité dont pouvoit être l'architecture-hydraulique de Belidor s'offrit à ma pensée; mais je me convainquis bientôt, que cette utilité découloit de la déscription des ouvrages exécutés et de quelques observations, plutôt que des théories développées dans le cours de cet ouvrage; theories, qui sont presque toutes abandonnées aujourd'hui. Il n'y avoit donc que la partie déscriptive qui donnât un mérite classique à cette exellente production. Assurément rien n'éclaire mieux sur les vèritables principes d'une science quelconque qu'une étude approfondie des travaux qu'elle a fait exécuter; j'offre donc à mes lecteurs une notice analytique de presque tous les travaux les plus intéressants, qui ont été construits en France, en Italie, en Allemagne et en Hollande. Vraiment aucun pays au monde ne dépend autant de l'architecture-hydraulique que ce dérnier: et l'on peut dire, qu'elle est le seul garant de son existence physique. Sans elle la mer couvriroit d'abord la Nord-Hollande, dont la plus grande partie se trouve de plus de douze pieds au dessous du niveau de cet élement; sans elle les hautes eaux de la Meuse, du Leck, de la Waal submergeroient les campagnes; sans elle les dunes seroient bientôt enlevées et les côtes entamées.

En France même, où se trouvoient les ingènieurs les plus avancés dans la science de l'architecture-hydraulique; elle n'ètoit, il y a soixante ans, cultivée que d'une manière empyrique: ainsi s'exprime de *Cessart* lui même dans sa déscription des travaux hydrauliques p. 9. il dit: avant cette époque (de Mr. Trudaine de Montigny, directeur-général des ponts et chaussées) l'historique des anciennes constructions hydrauliques ne nous présentoit que des procédés aussi hazardés qu'incertains; ce n'est qu'aux grands maîtres que je viens de citer (Perronet, Hupeau, Pitrou, Régémorte et Voglio) que nous sommes redevables de l'abandon d'une partie des anciennes routines dans la construction des ponts, et même dans d'autres travaux hydrauliques; mais tous leurs contémporains sont convaincus, que ce n'est pas *sans avoir èprouvé les plus grandes contrariétés qu'ils y sont parvenus.* J'ai été souvent

(*) Je les ai aussi traités dans les mémoirs concernant les améliorations des ports de *Vénise*, la conservation des îles nommés *Lidi*, l'amélioration du cours de la *Brenta*, du *Bacchiglione* et des canaux de déséchement et de navigation entre *Venise*, *Padoue*, *Vérone* et *l'Adige*, avec le projèt d'un port de mèr devant *Triest* et la déscription du port de *Nieuwendiep* en *Hollande*, appuyés sur les recherches locales, faites par l'auteur, auxquels on a joint la déscription du port de Cronstadt. Ces mémoires se trouvent chez Levrault à Strasbourg et chez Goeury à Paris.

témoin de la fixité de leurs opinions et de la fermeté, avec laquelle ils assuroient les ministres: qu'une économie mal-entendue devient une faute capitale en administration, puisqu'elle compromet les fonds publics et le succès des travaux.

Un nouvel ouvrage sur l'architecture-hydraulique, dans lequel on soumet les théories au creuset de l'expérience et à la sévérité des observations, où l'on détermine des règles et des principes fixes; un ouvrage, qui, là où la théorie mathématique est forcée de s'arrêter pour montrer les résultats qui naissent des expériences, qui, dans les constructions existantes, nous conduit à la découverte, non seulement des principes exécutés avec sagesse, mais à celle des méprises mêmes; un tel ouvrage ne peut être qu'intéressant aux yeux de l'ingénieur et utile à la société. Ainsi partout où ces matières touchent à quelques théories, j'en rémarque le plus ou moins d'accord avec l'expérience et je rejette celles, qui s'en écartent trop, pour éviter des erreurs, toujours trop dangereuses dans l'architecture-hydraulique.

Le grand nombre de matériaux, que j'ai eu occasion de récueillir à grands frais, à la suite de longs et fréquens voyages, par le sacrifice de mon repos et de mes loisirs; les positions où des services différents m'avoient placé, m'ont procuré les facilités de travailler à un ouvrage systématique. J'ai l'honneur d'en présenter le prémier tôme *à l'institut.* Je ne perds pas l'espérance de pouvoir mettre au jour une édition française de cet ouvrage. Celui-ci est distribué en onze parties: 1° La science de conduire les fleuves, les rivières et les torrents. 2° La science de garantir les rives des attaques de la mer. 3° L'art d'élever des digues. 4° L'architecture des ports. 5° La méthode de dessècher les lacs et les terrains marécageux, et celle d'arroser les terres stériles. 6° La construction des machines en tant qu'elle traite des parties de l'architecture des écluses, des ports et des ponts, ainsi que des dessèchements, des canaux et de la méthode de rendre les rivières navigables. 7° L'architecture concernant les batardeaux, les épanchoirs á fond et les écluses. 8° La science de construire les canaux et de rendre les rivières navigables. 9° La méthode de produire des inondations artificielles, par le moyens des quelles on puisse défendre des forteresses et des contrées entières. 10° L'art de construire des chaussées et de les entretenir. 11° L'architecture des ponts (*).

Les trois prémieres parties sont traitées dans ce tôme avec le commencement de la quatrième. Le second tôme comprendra la fin de la quatrieme partie avec les cinq parties suivantes. Il sera parlé dans le troisième tôme de la construction des ponts et des chaussées. La partie relative à la construction des machines mises en mouvement ou par l'eau, ou par la vapeur, ou par le vent, pourra former la matière du quatrième tôme.

Les trois tômes exigeront 140 planches, dont 130 sont déjà gravées.

L'exposition sommaire du contenu du tôme premier, placera sous les yeux de *l'institut* l'apperçu des matières qu'il renferme: et si je ne m'abuse pas sur le motif de mes espérances, j'ose me persuader, que cet ouvrage n'est pas tout à fait indigne de l'attention de la *société.* Dans les moments actuels les constructions exécutées sur le Rhin, en Hollande et le long de la côte jusqu'à Cuxhafen offriront un intérêt particulier aux ingénieurs français des ponts et chaussées. Je vais donc présenter très sommairement les matières traitées dans ce volume.

(*) On trouve une déscription des ponts á arches de charpente dans mon ouvrage qui a le titre: *Traité* contenant une partie essentielle de la science de construire les ponts, avec une déscription de la nouvelle méthode économique, de construire de ponts á arches de charpente, inventée par l'auteur etc. 1810. Cet ouvrage, avec dixsept grandes planches, se trouve à Paris chez Levrault et Goeury.

Ayant placé sous les yeux de l'institut un apperçu des matières traitées dans ce volume, je fixerai un instant son attention sur une nouvelle construction des ponts de fer, construction dont j'ai, il y a quelque temps, conçu l'idée.

J'emploie à cette construction des tuyaux de fer à la place des barres ou des planches du même métal, dont on avoit jusqu'ici fait usage. Les parties des tuyaux fondus, qui par leurs jointes forment un arc, ont entre deux tuyaux à travers (qui s'étendent d'un arc collateral à l'autre) une longeur de douze à quatorze pieds. A cet éspace on adapte des vis posées verticalement. Ces vis traversent l'arc de tuyaux et passent par la partie superieure du pont. Cette partie consiste à chacun de ses côtés en une couche de poutres, legérement courbées en moises horizontales (*).

Dans les espaces, formés par les vis, l'arc et la couche des poutres courbées, j'ai employé des contrefiches croisées qui consistent en barres de fer. Aux ponts à grandes ouvertures, à cent soixante pieds et davantage, j'emploirai des arches diagonales de tuyaux de fer qui commenceroient aux culées, et se joindroient au milieu des arches, comme je l'ai exécuté aux ponts à arches de bois.

L'institut se convaincra par cette courte notice, que j'ai l'honneur de lui présenter, que cette construction ressemble parfaitement à celles des ponts à arches de charpente de mon invention; (voyez l'ouvrage cité pag. xix.): dont j'ai exécuté jusqu'àprésent dix neufs grands. On voit que les tuyaux de fer remplacent les courbes, Il est vrai: que je n'ai pas eu l'occasion d'exécuter un pont de fer d'après cette construction; cependant j'ai fait faire, il y a deux mois, un modèle, qui prouve assez la stabilité d'un pareil pont. Je tâcherai de menager le loisir d'en faire une déscription plus detaillée, accompagnée des dessins nécéssaires, et de la soumettre à l'examen de l'institut.

Quant à la construction des ponts à arches de bois, je me permets de rémarquer, que j'ai envoyé à Mr. de Prony un modèle du pont, construit dans ce année sur le Danube près de Neubourg. L'arche de ce pont a une ouverture de cent soixante deux pieds et quinze pieds six pouces de flèche; pont qui n'a couté que quatorze mille florins, les culées massives y comprises. Ayant prié Mr. de Prony de mettre sous les yeux de l'institut le modèle destiné pour l'école des ponts et chaussées, j'ose me flatter, que cette illustre société l'aura jugé digne de son attention et se sera convaincue, que la construction des mes ponts à arches ne ressemble en aucune manière à celle du pont de la cité à Paris, comme un article du journal de Paris l'a avancé. J'ai en attendant, tracé un projet pour lever et réparer à peu de frais le pont de la cité. L'exécution de ce projet sera d'autant plus facile que l'ouverture de chaque arche n'a que quatre vingt dix pieds. En modifiant sa construction, on pourroit mettre ce pont en état de récevoir un pavé et de servir encore pendant plus de cent ans.

Je prie l'institut d'accueillir l'hommage de ma vénération,

Munich le 25. May 1811.

Wiebeking.

(*) Ces moises, dans mon traité sur les ponts, sont appellées fermes.

TABLE DES MATIÈRES DU PREMIER TÔME DE L'ARCHITECTURE-HYDRAULIQUE.

Premiere partie: Science de conduire les fleuves, les rivières et les torrens à l'avantage des riverains P. 1—456

De l'importance de cette science et de l'exhaussement des lits de toutes les rivières en Europe . . 1— 16

Explications. 16— 23

Premiere Section: Théorie de la science de régler le cours des fleuves et des rivières. 24—242

Premier chapitre: De la nature des fleuves et des rivières et des maximes applicables à la science de les dirriger. 24—130

De la nature des fleuves qui ne sont pas assujettis au flux de la mer 24—103

§. 27. Sur les difficultés de déterminer une thèorie sur la vitesse des eaux courantes. §. 28. De la nature de l'eau. §. 29. Des causes, qui produisent le mouvement du courant et qui l'accelèrent ou le diminuent. §. 35. Des proportions entre les sections et la vitesse d'un courant: plus les sections d'un fleuve sont larges, moindre est la vitesse moyenne de ses eaux, et consequemment moindre sera la force qui pourra emporter les matières; car la vitesse moyenne se calcule en divisant par la section du courant la quantité des eaux, que le fleuve roule par seconde. §. 37. Du régime du courant. §. 41. Observations sur la vitesse et la pente du courant; faites au Rhin, à l'Yssel, à la Waal et au canal de Pannerden; observations qui confirment la théorie developpée dans les précédentes §§. §. 49. De la rigole du lit d'un fleuve, du fil du courant (Thalweg) et de leur influence sur le mouvement du courant. §. 51. La vitesse et la pente du courant dépendent aussi du rétrécissement ou de l'élargissement des bords d'un fleuve; vérité, fondée sur les observations hydrometriques, qu'on communique et qui sont suivies d'une anlayse. § 35. Des rémous et de leur influence sur la vitesse du courant. §. 62. De la figure des sections d'un fleuve et de l'influence de cette figure sur le mouvement de l'eau. §. 64. Des sinuosités du lit des rivières ou de la manière de rectifier son cours. §, 69. De la jonction des deux rivières. §. 70. De la by-fluence d'un fleuve. §. 71. Cause de la formation des îles dans le lit des rivières, de la figure des îles et de leur influence sur la vitesse du courant. §. 76. Des débacles et de leurs effets pernicieux. §. 77. De la nature des materiaux, qui séjournent dans les rivières ou qu'elles entrainent, et de leur influence sur la vitesse du courant. §. 80. De la nature des fleuves des bais et des embouchures de la mer, sujets au flux pag. 104—130. §. 84. Du flux dans l'océan et le long des côtes. §. 84. Du flux et du réflux dans la *Manche* et dans la mer du Nord. Ces récherches montrent pourquoi la pleine mer diminue de hauteur en allant de *Cherbourg* au Texel et pourquoi cette hauteur augmente du *Texel* à Cuxhafen ou á l'embouchure de l'Elbe. §. 91. Le courant du flux ou du réflux ne peut arriver dans un étât de régime hydrométrique; la marée montante ou l'eau de la mer ne peut jamais monter jusqu'au point ou les eaux du fleuve commencent à rétrograder. §. 93. La préssion que les eaux de la mer lors de la mamarée montante exercent contre celle du fleuve dépend de la largeur et de la profondeur de l'embouchure; et cette section détermine les limites de la rétrogradation des eaux du fleuve, d'ou il s'en suit, que pour que l'élévation des eaux du fleuve soit plus éloignée de l'embouchure afin d'augmenter leur courant à la marée descendante, il suffit d'élargir l'embouchure, mais en même tems on la doit garantir des hautes lames de la mer. §. 94. L'eau de la mer ou la marée montante ne peut glisser sur les eaux du fleuve, ni sur celles de la marée descendante, à cause de la cohésion de l'eau. § 95. Dans les bais et dans les fleuves sujèts au flux et au réflux, la section la plus étroite est aussi la plus profonde. §. 96. La marée qui se porte contre les eaux du fleuve,

a depuis le large jusqu'à un certain point du fleuve, une pente positive, qui a compter de ce point devient négative en rémontant le fleuve: c'est a dire, que la surface des eaux s'éléve en éloignant de l'embouchure. §. 97. Il suit du théorème précedent: que la surface des eaux qui rétrogradent, approchera d'autant plus d'une surface horizontale, que le fleuve sera dans l'état de l'étiage. §. 98. Toutes les expériences sur les vitesses rélatives au volume d'eau du courant d'un fleuve assujetti à la marée, ne peuvent donner de vrais résultats, que quand elles ont été faites au milieu de l'intervalle entre la pleine mer et la basse mer. §. 99. Pour déterminer le volume d'eau d'un fleuve sujèt aux marées il faudra observer la vitesse sur les différents points d'une section ou dans plusieurs fils du courant. §. 100. La vitesse du flux ou du courant qui rétrograde ne se ralentit que lorsque le réflux s'établit à l'embouchure d'un fleuve. Dans ce dernier §. ainsi que dans celui 96. on cite des observations très intéressantes et des nivellements, sur le phénomène du flux et du réflux dans les fleuves de la Hollande. Ces observations confirment les théorèmes précedents et suivants. §. 101. La vitesse du flux ou du courant qui rétrogade de même que celle du courant du fleuve, diminue de la surface au fond. §. 102. Dans l'embouchure d'un fleuve oú le fil du courant de la marée montante est aussi celui de la marée descendante, la rigole ou tranchée du lit ne s'éloignera pas du milieu du fleuve; la surface de la section du courant montant sera convexe celle du réflux concave. §. 103. Il faut bien distinguer les courants le long des côtes des courants effectués par l'entrée de la marée dans le lit d'un fleuve. §. 104. Dans les baies et dans les embouchures des fleuves, la marée peut monter devant un rivage et descendre en même tems devant le rivage opposé. Il y a de ces contre courants, qui contribuent beaucoup à ensabler les fleuves, assertion prouvée par des observations. §. 105. Les fleuves assujettis au flux et réflux, n'attaquent que très rarement les pieds d'une digue, mais ils endomagent bien le talu de la digue, ou le rives du fleuve. §. 106. De l'exhaussement de l'embouchure des fleuves et des baies, sujèts au flux.

Second chapitre. ou l'hydrométrie . . . p. 133—209 §. 108. De la manière de lever une carte hydrotéchnique. §. 111. De la manière de mésurer les profondeurs. §. 114. Des nivellements des fleuves, avec la déscription des intsruments dont l'auteur s'est servi. §. 122. Examen des théories qui traitent de la vitesse des eaux courantes. §. 130—131. De la méthode simple et exacte, pour connôitre la vitesse des rivières. §. 132. Des instruments que l'on a appliqués pour mésurer la vitesse. a) De la bouteille hydrométrique de *Nadi;* b) du tuyeau de *Pitot*, c) de la planche hydrométrique de *Ximènes*, d) du régulateur de *Castelli* et *Guglielmini*, e) de la boule de *Lorgna* et du quart du cercle, f) des instruments de *Fossombroni*, g) de la romaine hydrométrique de *Michelotti*, h) de l'instrument (*Tachomètre*) de Brunings et de la manière de s'en servir et enfin i) de l'instrument hydrométrique de Woltmann. §. 137. Des méthodes pour déterminer des vitesses mésurées, la vitesse moyenne, et la quantité d'eau qui roule par une section du fleuve. §. 142. De la manière de se procurer les matériaux qui se trouvent dans le lit des rivières, pour faire des récherches sur la nature de leur fond. §. 143. Des récherches historiques nécessaires pour précéder les projèts d'amélioration des fleuves et rivières.

Troisieme chapitre, de la théorie de la science de conduire les fleuves; théorie dans laquelle sont développés les principes et les maximes de cette science 210—242

Seconde section de l'architecture-hydraulique des rivières, ou de celle mise en pratique 243—456

Premier chapitre: De la construction et de l'exécution des ouvrages pour garantir les rives et pour réctifier le cours des rivières. §. 176. De la construction de ces sortes de travaux en général. §. 178. La meilleure méthode de construire et d'exécuter les ouvrages de fascines. L'auteur a developpé l'application de cette méthode dans la déscription de l'enclavement d'un bras du Rhin près du village de Honeff, situé au pied des sept montagnes, à cinq lieues de Bonn; entreprise qu'il a exécuté lui même. On voit aussi une application de cette méthode à la rupture d'une digue du fleuve Leck en Hollande. §. 193. De la construction et de l'exécution des ouvrages d'un corps de facines entier, qu'on plonge dans un fleuve; appellé par les Hollandois *Sinkstukken*. Ces deux sortes d'ouvrages méritent d'être appliqués en France. Methodes également utiles aux travaux maritimes les plus difficiles à exécuter. Des tunages et des plantations pour arrêter les matériaux qui sont charriès par les rivières et qui sont jettés par le vent le long de côtes.

Second chapitre: De l'exécution des coupures et des corrections des fleuves, rivières et torrents 277—309 §. 199. Maximes générales pour la correction des fleuves et de rivières. §. 201 et 202. L'exécution de la coupure du *Waal;* appellé la *coupure* de *By: land* et celle de l'Yssel; nommé nouvelle *Yssel.* §. 203. Déscription de la correction du *Danube* entre le village de Lauingen et Dillingen- §. 204. De la correction de *l'Isar,* a) près de Munich; b) près d'Ismaningen, c) près de la ville de Freisingen. §. 210—112. De la correction de la rivière *Inn:* a) quatre lieues au de la de *Kufstein,* b) près de *Rattenberg* en Tyrol, Toutes ces corrections de rivières à compter du §. 203, ont été exécutées par l'auteur, depuis 1806 jusqu'à 1811.

Troisieme chapitre: De l'amélioration du cours de la Brenta, du Bacchiglione et des canaux de navigation et de déséchement, entre *Vicence, Padoue, Vérone* et *l'Adige.* p. 319—322

Quatrieme chapitre: Du cours du *bas-Rhin*; de ses changements naturels et des ouvrages de l'art qu'on y a exécutés. C'est à dire des *sept montagnes* au de là de *Bonn* jusqu'à la byfluence du Rhin au de là *d'Arnheim* et de *Nimègue*; accompagné des projéts d'amélioration du cours de ce fleuve 320—333

Cinquieme chapitre: Exposition historique de l'architecture-hydraulique, appliquée aux rivières de la Hollande. 338—351 §. 238. Detail historique de l'état hydrographique de la Hollande et de ses fleuves, surtout du *Leck* et de son trassement originel; sur *l'ensablement* du *Rhin* et de la rupture de la *Merwede* par le *Biesbosch*; ce passe est nommé *Oude-Wiel*; de l'encombrement des fleuves de la Hollande et des inondations désastreuses qui en ont résulté. § 252. Des améliorations faites aux fleuves de la Hollande, exécutées dans les derniers temps.

Sixieme chapitre: Projets d'amélioration pour les fleuves jusqu'au point, où ils ne sont pas assujéttis au flux de la mer et moyens pour éviter toutes les inondations. Dans cette matière l'auteur se raporte aux cartes hydrotechniques jointes à l'ouvrage, aux nivellements et aux récherches locales . . 352—400

Septieme chapitre: De la méthode de conduire les *fleuves du troisieme genre,* c'est à dire des eaux courantes, dont le courant rétrograde, ou le courant du flux roule sur un lit montant; fleuves qu'on appelle en Hollande: *fleuves inferieurs.* Cette matière est accompagnée de projets pour éviter les inondations et pour améliorer la *Merwede* et la *Meuse,* rélativement à leur état de navigation. C'est ici où l'auteur traite a) de l'amélioretion de la *Mérwede* près de Gorkum, b) d'un projèt pour fermer successivement un bras de la *Merwede* qui se jette dans le *Biesbosch,* nommé *ancien-Wiel* (Oude-Wiel) c) des déversoirs (Overlaats) qu'on a proposés dans le pays *d'Altena* (Land van Altena) et près du village *Hardingsveld*; surtout des suites dangèreuses, qui auroient été occassionées par ces basses digues de décharge, f) de l'amélioration de l'embouchure de *l'Yssel-Hollandoise,* g) enfin de celle de la *Meuse* près de *Rotterdam* et *Dortrecht,* jusqu'à son embouchure dans la mer 400—429

Huitieme chapitre: De la manière d'exécuter l'architecture-hydraulique sur les fleuves du *second genre.* Le courant de ces fleuves est effectué par le flux et le réflux dans les golfes et dans les embouchures: il peut glisser sur un plan ou sur un lit horizontal; ainsi la cause de son mouvement n'est pas occasionée par la pente de son lit. On a appuyé les démonstrations sur des exemples tirés sur de certaines localités 430—456 L'auteur développe dans ce chapitre (§. 288—289) des projèts d'adméliorations du fleuve *Haringvliet* et de la rade de *Hellvoet.* §. 290—291. Des effets de la haute mer de vive eau du Suidersée qui tombe dans *l'Y,* en passant le *Pampus.* Souvent elle a inondé une partie de la ville *d'Amsterdam,* du *pays du Rhin* (dit *Rhynland*) et du pays *d'Amstel* (*Amstelland*). Enfin il est traité des effets désastreux qui sont comme une suite de la digue près du village *Sandport* dit *Slaaperdyk,* laquelle n'a pas assez d'élevation. C'est à dire que la ville *d'Amsterdam* avoit la fausse opinion, que cette digue dévoit former un déversoir ou une décharge. §. 230. De l'amélioration de *l'Y occidentale* et de son état de navigation.

SECONDE PARTIE de l'architecture-hydraulique ou la science de garantir les côtes P. 457—556

Premiere section ou théorie de cette science . . 457—473

Seconde section ou pratique de cette science . . 474—556 §. 19—20. De la construction des meilleurs ouvrages pour garantir les côtes. §. 21. De l'état ancien du Suidersée et des ses îles. §. 22—23. Des ouvrages qui garantissent les côtes de la Frise occidentale (Westfriesland) ou de la Nord-Hollande en général. Des épis qui garantissent la côte près du

village de *s'Gravesande* dans la Sud-Hollande. §. 25. Des épis près du village Petten et de la digue de la mer dit *Hondsboschen* dans la Nord-Hollande, §. 26. Des ouvrages le long du *Maarsdiep*. §. 27. Sur l'île *Wieringen*. §. 28. Sur l'île *Marken*. §. 29. et 30. Ouvrages dasn l'île de *Vlie*. On trouve aussi dans le dernier §. une instruction pour planter les *Oyas* et pour enfoncer la paille dans les dunes. §. 31. Des ouvrages des côtes dans l'isle du *Texel*. §. 33 et 34. Des ouvrages pour garantir les côtes de l'île de *Terschelling* et déscription du port devant ce village qui est formé par ces mêmes travaux. §. 35. Des ouvrages de côte dans la ci-devant isle *Goederede* dans la Sud-Hollande. §. 36. —39. Des ouvrages le long de côte de la *Frise*, surtout près de la ville de *Haarlingen*. §. 40. Des ouvrages qui garantissent les cotes de la Nord-Hollande du coté du Suidersée. §. 41. Des ouvrages des côtes devant l'ancienne province *Groeningen*. §. 43. Ouvrages des côtes dans l'île de *Walchern* dans la *Seelande*. §. 45. Des épis et de la digue de la mer devant *Ostende*. §. 46. Près du *Havre* de *Grace* dans le département de la Seine inférieure. §. 47. Des ouvrages, qui garantissent les côtes du ci-devant *d'Oldenbourg*. Des ouvrages qui empêchent l'agrandissement *du lac de Haarlem*. pag. 540—548. Les ouvrages des côtes et du port de *Ritzebuttel* ou *Cuxhafen* à l'embouchure de l'Elbe pag. 549—556. La consérvation des îles *Lidi* situées entre *Brondolo* et *Vénise*. Les îles (Lidi) font une partie de la côte de la mer adriatique; on les garantit par des digues construites de grands blocs de marbre et par des épis maçonnés couverts et flanqués d'ouvrages à pierres perdues. Les Vénitiens nomment ces épis *Murazzi*. L'auteur a aussi traité cette matière dans le mémoire dont le titre est marqué pag. XVIII.

TROISIEME PARTIE de l'architecture - hydraulique ou l'art de construire et de conserver toutes sortes de digues . . P. 557—602

QUATRIEME PARTIE, ou l'architecture des ports 603—672

Premiere section: Théorie de l'architecture des ports, contenant les explications et les maximes: pour déterminer la direction et la hauteur des jettées et des môles, pour conduire les chenaux, pour placer les avant-ports et les bassins et enfin pour choisir et pour construire les ports de mer et des fleuves 603—634

Seconde section. Pratique de l'architectur des ports 635—672

Premier chapitre: Déscription des ports les plus interessants en Europe. Déscription de la rade et du port de *Cherbourg*, accompagné d'un projet d'amélioration de cette rade 635—647

Je traite dans cette matière du rapport dans lequel cette rade se trouve avec les rades et les ports anglois.

Déscription du port de mer de *Nieuwendiep* à l'extrémité de la Nord-Holland près de Maarspiep 647—662

La construction de ce port et des digues devant le Helder, qui sont les ouvrages les plus importans de ce genre, offre donc un vaste champ au zèle aux talens et à l'esprit observateur de l'ingénieur. Ce port pouvoit déjà en 1798 contenir cent cinquante vaisseaux de ligne. Ces ouvrages n'ont couté que trois millions de francs.

Déscription des ports devant *Amsterdam* et de la circulation du flux et du réflux dans les canaux de cette ville 662—667

Déscription du port de *Toulon* et de ses rades 667—669

Déscription des ports de *Cronstadt* dans le Golfe de Finnland 669—672

ERSTE ABTHEILUNG

DER

WISSENSCHAFT DES WASSERBAUES.

FLUSSBAUKUNDE.

EINLEITUNG.

§. 1.

Die *Flußbaukunde*, oder die Wissenschaft, die Flüsse zum Beßsten der Uferbewohner zu leiten und unschädlich für die Flußgegenden zu erhalten, theile ich in die *Theoretische-* oder *Reine-Flußbaukunde* und in die *Practische-* oder *Angewandte-Flußbaukunde*. Die erstere begreift zugleich die Hydrodynamick und Hydraulick, in so fern sie auf die fließenden Gewässer angewendet werden können, in welcher Beziehung diese zur Kenntniß von der Natur der Flüsse classifizirt werden müssen; sie enthält auch die Hydrometrie oder die Kunde, die Flüsse in geometrischer und hydraulischer Beziehung aufzunehmen.

Sowohl wegen der Kenntniß von der Natur der Flüsse, der hydrometrischen Untersuchungen und der Schwierigkeiten, welche die fließenden Gewässer und Eisströme der Ausübung unserer Entwürfe entgegensetzen, als um des Einflusses willen, den die Flüsse auf den Wohlstand, öfters auf die Existenz ganzer Landesbezirke haben, macht die Flußbaukunde die wichtigste Abtheilung der Wissenschaft des Wasserbaues aus. Kein Wunder daher, daß derselben in solchem Lande, worin die Regierung für das öffentliche Wohl, in allen Beziehungen sorgt, eine vorzüglich rege Aufmerksamkeit gewidmet wird; wenn es da weder an den zur Ausübung erforderlichen Mitteln, noch an einem alle Absichten des Flußbaues erfüllenden Fluß- und Dammrechte fehlt; wenn daselbst ein einfacher Geschäftsgang die finanziellen Mittel mit Oeconomie benutzen läßt, welche anderswo bey den vielen unnützen Schreibereyen der verwickelten und abgeschmackten Geschäftsformen, die auch den thätigsten Mann ermüden, und bey der Gleichgültigkeit, womit die Wasserbaukunde behandelt wird, unausführbar ist. Ja! es werden noch in vielen Ländern, wenn selbst deren Existenz vom Fluß- und Dammbau abhängt, Anlagen aller Art angetroffen, die nicht nur mit den Grundsätzen der Flußbaukunde, sondern auch mit der Localbeschaffenheit der Flüsse, und mit dem Wasserstaat des Landes im Widerspruche stehen. Diese dem Beobachter sich aufdringende Thatsachen können wohl darin eine Veranlassung gefunden haben: daß

die Gröſse der Kräfte oder des Vermögens von den schädlichen Wirkungen der Flüsse und ihrer Eisströme, sich bis jetzt noch nicht durch eine in der Ausübung bewährt gefundene Theorie mittelst welcher aus einigen Daten die übrigen Eigenschaften der Flüsse berechnet werden, bestimmen lieſs; daſs die mehresten beym Wasserbau angestellten Individuen weder die Wirkungen der Eisgänge und Hochgewässer, noch die Beschaffenheit der ihnen anvertrauten Flüsse kannten, und sich wenig oder gar nicht um den Erfolg, welche die in andern Ländern angelegten Fluſsbauten oder Fluſs-Correctionen hervorgebracht hatten, bekümmerten, noch viel weniger in das innere Wesen der Fluſsbaukunde einzudringen, oder die Erfahrungen Anderer zu benutzen suchten; daſs viele Regierungen sowohl als einzelne Communen nicht immer mit Verstand und patriotischem Eifer für die Leitung der Flüsse sorgten, und nur dann den Rath des Ingenieurs in Anspruch nahmen, wenn nicht anders als mit groſsen Kosten geholfen werden konnte, sehr oft sich aber solchen Leuten anvertrauten, die nicht die Anfangsgründe der Fluſsbaukunde kannten und nur blos auf das Gerathewohl losbauten. Ja es würde leicht seyn, einige Regierungen anzuzeigen, welche von den unwissensten Menschen den gesammten Wasserbau des Landes dirigiren und Millionen vergeuden lieſsen! Diese konnten daher auch nicht eine einzige nach den Grundsätzen der Wissenschaft angelegte und einen guten Erfolg hervorgebrachte Anlage aufweisen! Auch giebt es Länder, worin von aller wissenschaftlichen Kenntniſs der Wasserbaukunde entblöſste Geschäftsmänner die Anmaſsung haben, über das Departement des Wasserbaues abzuurtheilen, sich daher lächerlich machen; dafür aber auch, alles zu seinem Schaden anwenden und seinen wohlthätigen Gang wo nicht gänzlich zu hemmen, doch zu lähmen suchen.

Wer dieses Werk studirt, der wird sich aber überzeugen, daſs der angehende Wasserbaukundige die Wissenschaft des Wasserbaues nur mit Anstrengung ergründen könne, seine Zuflucht zu den hydrometrischen Messungen und Localuntersuchungen nehmen, und Erkundigungen über die Wirkung und den Stand der Hochgewässer und Eisgänge einziehen, in dem Gebiet der an solchen Flüssen, woran viel gebaut ward, gemachten Erfahrungen sich sorgfältig umsehen; daſs derjenige Ingenieur auf die Einführung einer verständigen oder einfachen Geschäftsleitung und eines allen Erfordernissen entsprechenden Fluſsrechtes dringen müsse, welcher mit der möglichsten Oeconomie in seinen Unternehmungen glücklich seyn will.

§. 2. Um die wohlthätigen Wirkungen des Fluſsbaues auf das allgemeine Wohl aller Fluſsländer, recht anschaulich zu machen und meine Leser für denselben lebhaft zu interessiren, sey es mir erlaubt: über den jetzigen Zustand der Flüsse in Europa einiges anzuführen. Es betrift nämlich den für alle Fluſsanwohner wichtigen Umstand, daſs die Fluſsbetten sich in den letzten Jahrhunderten sehr bedeutend erhöhet haben. Hieraus sind verheerende Ueberschwemmungen entstanden, die stets höher anlaufen und verderblicher werden; und die eine totale Revolution in der La-

ge und Benutzung einiger Flufsgegenden hervorbringen müssen. Ja! ehemals schiffbare Flüsse können jetzt nicht mehr von den kleinsten Booten befahren werden. Die Wasserhöhe des im Anfang des Jahres 1802. und im Febr. 1808. eingetretenen hohen Rheins von Strasburg bis Mainz, war beyspiellos: denn nie hatte dieser Flufs beym offenen, von Eisstopfungen freyen Strome, die Höhe von 20 Fufs über den niedrigsten Wasserstand bey Strafsburg und 14 bis $15\frac{2}{3}$ Fufs oberhalb Mainz erreicht. Aehnliche Flufs-Anschwellungen sind im Februar 1808. nicht nur in Deutschland, sondern auch in Frankreich und Holland vorgefallen. Ja die Verwüstungen, welche die Ueberschwemmungen seit 1784. in Deutschland, Italien, Frankreich und Holland angerichtet haben, waren so bedeutend, dafs sie einen grofsen Theil von den Wohlthaten, welche die Flüsse ihren Anwohnern bringen, vernichtet haben. So zerrifs z. B. der Eisstrom des holländischen Rheins der Waal und Ysel, im Jahr 1799. drey und zwanzig Dämme, bedeckte eine Landschaft von 63 Quadratmeilen; zerstörte viele Schiffe und eine grofse Anzahl von Gebäuden und alle Dämme am Rhein von Strafsburg bis Holland. Wo ich als Geschäftsmann wirken konnte, habe ich für die Sicherheit der Rheinuferlande gesorgt. Gleich in jenem Jahr und in denen darauf folgenden zwo Jahren habe ich die Rheindämme im Darmstädtischen zwey bis drey Schuh über die Hochgewässer erhöhet und längs dem Main eben so hohe Dämme angelegt, wodurch dieses Land gesichert worden ist, welches die letzten hohen Anschwellungen der Flüsse Rhein und Main bewiesen haben. Was nun in einem kleinen Lande mit geringen Kräften von einer klugen und bey ihren zum allgemeinen Befsten abzweckenden Beschlüssen standhaft bleibenden Regierung geschehen kann, läfst sich dies nicht auch in gröfsern Ländern mit weit mehr Hülfsmitteln anwenden? Nur mufs es mit Oekonomie und nach Grundsätzen geschehen! Alle diese wiederkehrenden Ueberströmungen sind die unleugbarsten Beweise, dafs sich die Flufsbetten erhöhen und breiter werden, mithin die Strommasse nicht mehr mit der gleichförmigen Geschwindigkeit abfliefsen lassen als ehemals. Diese auf die Grundsätze der Hydrometrie gebaute Behauptung kann blos von solchen Personen, denen diese Grundsätze fremd sind, angegriffen werden; denn nur in der Wasserbaukunde Unwissende werden behaupten, dafs die partiellen Erhöhungen der Flufsbetten keine Anschwellungen des Stromes hervorbringen. Diese Erhöhung der Flüsse, die Vermehrung der Inseln, die vielen Strom-Aeste und die Serpentinen haben bey den mehrsten Flüssen sich auf eine sehr beunruhigende Weise vermehrt. So hat zum Beyspiel die Mündung der Maas ihr Fahrwasser seit dem Anfange des vorigen Jahrhunderts verlohren, die Schiffe müssen von Rotterdam fafst nach Dortrecht hinanf, und dann wieder ins Haringvliet vor Helvoet vorbey, um in die Nordsee zu kommen. Da wo die Römer in der ungeheuren weiten Maas eine Flotte aufstellten ist der Flufs jetzt versandet, weil die Waal den gröfsten Theil ihres Stromes durch den *Alten-Wiel* in den Hondsbosch und von da ins Meer ergiefst (Tab. 39.). Der Rhein, dessen mittlerer Arm sich ohnweit Katwyk in die See

ergofs, ist jetzt von Wyck by Duurstede an, ein 24 bis 30 Fufs schmaler Canal und von Schleusen gestaut. Die Meerwede hat ihr Bett seit 2 Jahrhunderten 20 Schuh erhöhet, und selbst dieser Flufs, so wie die Ysel und der Leck stehen beym niedrigsten Wasserstande höher als die nahen eingedämmten Bezirke: in Holland Polder genannt. Der Krimpener-Waard hat seine natürliche Auswässerung eingebüfst, und man ist genöthiget gewesen Schöpfmaschinen anzulegen, um ihn von dem innern Wasser, das sich in seinen Canälen sammelt, zu befreyen. Die Geldersche Ysel war schon so seichte, dafs sie ihre Fahrbarkeit verlohren haben würde, hätte der verewigte General-Inspector Brunings das an den Niederrhein liegende Separationswerk nicht verlängert. Tab. XIV. und XVIII.

Jedermann spricht von der Vollkommenheit des holländischen Wasserbaues, ohne davon unterrichtet zu seyn, ohne nur die Bauwerke zu kennen. Es wäre gewifs ohne die hydrotechnischen Karten und Memoires nicht bekannt: dafs auch in diesem Lande, dessen Sicherheit vom Wasserbaue abhängt, sehr viele fehlerhafte Anlagen aufgeführt sind, dafs es eines Theils zweckwidrige Flufsbauten und andern Theils unpatriotische Gesinnungen sind, welche die Flüsse zum Verderben der Niederlande, in den gefahrvollsten Zustand versetzt oder gelassen haben. An diesem schrecklichen Uebel war vorzüglich die Eifersucht der Provinzen und Städte gegen einander, wodurch die Ausführung der Vorschläge eines Lulofs, 'sGravesande und Brunings verhindert wurde und Mangel an Zusammenhang in den Geschäften schuld. Und obgleich in diesem Lande in Hinsicht des Flufs- und Seebaues noch viel zu thun übrig ist, so sind doch bereits viele Mängel durch die Einsichten eines für die Wasserbaukunst zu früh verstorbenen Brunings aufgehoben worden. Seit dieses Mannes Tode ist aber meines Wissens wenig für den Flufsbau geschehen. Ja! es ist eine traurige Bemerkung, die sich jedem mit Hollands Wasserbaue bekannten Ingenieur aufdringt: dafs dem gröfsten Theile der ehemaligen Provinzen Holland, Utrecht und Geldern, wegen Versandung der Flufsbetten, schreckliche Verwüstungen bevorstehen, wenn nicht mit den Flüssen Verbesserungen gemacht werden.

Holland, das so äufserst stiefmütterlich von der Natur begabt wurde, war im Verhältnisse seiner Gröfse mit andern Staaten, das reichste Land der bekannten Welt, weil die Bataver alle Arten von Industrie in ihrem dem Meere und den Flüssen abgedeichten Lande entfalteten. Sie benutzten ihre Lage zwischen Süd und Nord und gaben ein grofses und nachahmungswürdiges Beyspiel von Arbeitsamkeit, von Oeconomie, von einfachen Sitten, von Reinlichkeit, und von speculativisch-kaufmännischem Geiste. Sie machten Moräste und Land-Seen zu einem irdischen Paradiese, legten da die niedlichsten Wohnungen an, wo sonst Fische und Frösche schwammen, und benutzen jede Handbreit Landes in ihrem Vaterlande, während sie unermefsliche Besitzungen in ungeheuren Fernen sich erwarben. So machten sie sich gleichsam die Erde und das Meer, wie den Kunstfleifs aller Nationen zinsbar. Sie

führten dann Bauwerke aller Art auf, die zwar nicht immer gut berechnet, und öfters den grofsen Zweck verfehlten; die, wenn sie gleich nicht geschmackvoll und in einem erhabenen simpeln style gebauet sind, doch von dem Reichthume und von dem Geiste dieser Nation zeugten, der fast immer das Nützliche und Gezierte dem Schönen und Edlen vorzog; der nur selten mit Feuer grofse Ideen durchsetzte und mehr durch kalte Ueberlegung, als durch glühende Einbildungskraft wirksam wurde. Daher benutzen auch die Holländer mit ernstem Schritte und mit unermüdetem Eifer (in kaufmännischer Hinsicht) die Lage an der See, und vernachläfsigten (weil sie des gegenwärtigen Genusses wegen zu leben glaubten) die Leitung der Flüsse im Innern des Landes und an den Mündungen. Indem sie so in ihrem Schoofse das Gold anderer Reiche, wo die Lage, die Verfassungen und die Intoleranz die nützlichen Gewerbe nicht aufkommen liefsen, sammelten, und den Bedürfnissen wie auch dem Luxus der Völker abhalfen; indem sie so die Cultur, Manufacturen, Bevölkerung und die Masse der Erzeugnisse vermehrten, verabsäumten sie, aus Eifersucht der Provinzen und Städte gegeneinander, die Mittel, wodurch sie den Versandungen der Flufsbetten zuvor kommen konnten. Fast scheint es, als wenn man gleichsam Rotterdams und Dortrechts Verderben beabsichtigt hätte! Denn wie soll man anders davon urtheilen: weil die Maas-Mündung schon jetzt für alle beträchtliche Schiffe unfahrbar ist, da man sie doch in dem XV., XVI. und XVII. Jahrhundert hätte offen erhalten können, wenn nämlich der Alte-Wiel (holl. Oude Wiel Tab. 39. und 40.) damals beschränkt worden wäre. Wer ist daran schuld, dafs man die kleinen Zwecke den grofsen aufgeopfert hat?

O möchte diese Nation (wovon ein reicher Landmann in Nordholland mehr baares Geld besafs, als in Deutschland ein mäfsiges Fürstenthum von mehreren Quadratmeilen) doch auf der Höhe ihres Reichthums geblieben seyn! Möchte sie doch die mathematisch-physikalischen Wissenschaften nach dem künftigen Seefrieden vorzugsweise befördern, und durch ihren Handel, die Natur-Producte und die Arbeiten der menschlichen Industrie vervielfältigen! Ohne Zweifel wird die französische und holländische Regierung mit einem solchen Eifer, der bey dem Entwurfe und bey der Ausführung jeder rühmlichen und grofsen Sache nothwendig ist, den Vortheil künftiger Jahrhunderte in Hinsicht der physischen Existenz beherzigen, sie werden die Flüsse nicht versanden lassen, sondern vielmehr ihren Lauf verbessern.

Man sage immerhin, dafs diese Epoche, bis zu welcher Hollands Flüsse ohne Anwendung wohlgewählter Mittel das Verderben dieses Flufs- und Küstenlandes vollenden werde, noch weit entfernt sey. Was ist aber eine Reihe von Jahren für den Zeitraum künftiger Jahrhunderte! Das sind nur kurzsichtige engherzige Menschen, oder Egoisten, die nicht auf die Zukunft und die Nachkommen hinaussehen. Ob sie dieses lesen oder verstehen, gilt mir gleich. Sie wird aber eintreten diese unglückliche Epoche für Holland, wenn man nicht zweckmäfsige Anstalten gegen die Versan-

dung der dortigen Flüsse ausführt. Wer ist so weise und so gelehrt, um das Gegentheil zu beweisen? Wer kann die Thatsachen vernichten, wer die Versandungen der Flüsse, die Verengungen ihrer Mündungen, so wie die Abnahme des Strandes und die Zunahme des Haarlemer Meeres (seit 1606.) leugnen? Wer wird es wagen zu behaupten, daſs die Holländer nicht jetzt mehr als jemahls ihren Eifer ihre Thätigkeit und Klugheit aufbieten müssen, um die Existenz ihrer Localität zu erhalten, und hängt diese Industrie, dieser Wohlstand und der Reichthum nicht gröſsten Theils von dem Zustande ihrer Flüsse, ihrer Deiche, ihres Strandes, ihrer Häfen und Einfahrten, kurz von der physischen Lage des Landes ab!

Bis jetzt sind in Holland nur wenig Hauptcorrectionen der Flüsse ausgeführt; in vielen Fluſsbezirken so wie die nöthige Erhöhung der Dämme gänzlich verabsäumt. Daher sagte der König in seiner Message à leurs hautes puissances im Dezember 1806. „L'on ne peut se dissimuler, que le danger où les inondations et les debacles placent ce pays, presque chaque année, ne puisse être fortement diminué et peut être détruit. L'on ne peut se dissimuler, qu'il n'y a rien d'entrepris dans ce pays pour une grand amélioration physique d'autant plus necessaire, que les lits des rivieres s'exhaussent constamment et les grandes exploitations de tourbes doivent necessairement augmenter un jour les dangers du pays, si de grandes entreprises dignes de l'importance de la chose et de la nation, dont elles assurent l'existence, ne sont commencées bientôt."

In Holland sind es auch vorzüglich die Vertheilungen der Flüsse, welche verbessert werden sollten, denn einige Fluſsäste empfangen eine zu groſse Wassermasse andere eine zu geringe. Sie veranlaſsten daher eine Erhöhung der Fluſsbetten und verderbliche Ueberschwemmungen.

So wie in Holland, so in Frankreich steigen die Fluſsbetten immer höher. Unter Rouen bey Quilleboeuf, wo sonst die Seeschiffe die Seine befuhren, liegen gegenwärtig Sandflächen, welche kaum den kleinen Fluſsschiffen eine Passage gestatten. Die Charente hat ihr Bett dergestalt erhöht, daſs die ausgerüsteten Kriegsschiffe nicht mehr von Rochefort auslaufen können, ja sie werden bis zur Insel Ré ohne Equipage auf den Grund geschleppt.

Die Loire, welche ehemals bis Nantes eine hinreichende Tiefe hatte, ist jetzt kaum bis Painboeuf für groſse Schiffe fahrbar. Die Gironde ist zwischen Bourg und Nogent mitten im Bette mit einer Menge Sandbänke angefüllt und der Adour - Fluſs ist den Versandungen dergestalt ausgesetzt, daſs Bourdeaux und Bayonne einen groſsen Theil von ihrer vortheilhaften Lage, die ihnen diese Flüſse ehemals gewährten, verlohren haben, und bis Toulouse können nur die kleinsten Flusschiffe kommen, die nicht mehr dann 200 Centner laden. Die Rhone, sich in mehrere Arme ergieſsend, verstopft ihre Mündungen und die Häfen. So hat sie z. B. den Hafen von

Boue mit Sand angefüllt. Selbst in der Nähe der Hauptstadt erhebt die Seine ihr Bett und richtet häufigere Ueberschwemmungen und Verwüstungen als ehemals an!

Für die Schiffahrt der Flüsse ist in diesem mächtigen Reiche bis jetzt wenig geschehen, und auf der Charente hat man es gröfstentheils bey Schiffsdurchlässen und einigen unbedeutenden Arbeiten bewenden lassen. Auf meinen darin gemachten Reisen habe ich mich überzeugt, dafs alles dasjenige, was Lalande (in seinem Werke von den Kanälen) über die Flüsse anführt, auch noch eine buchstäbliche Anwendung im Jahre 1800. fand. Seit dieser Zeit hat man zwar viel gethan aber immer sich noch mehr mit den Kanälen, Brücken und Strafsen beschäftigt, als mit der Verbesserung der Flüsse. Ich werde daher in Rücksicht Frankreichs diese Materie nicht besser darstellen können, als wenn ich aus jenem Werke einiges von dem mittheile, was der Verfasser über den Zustand der Flüsse anführt:

Lalande sagt nämlich unter andern: „Man sollte glauben, dafs in einem Reiche, wo die Flüsse ein für die Schiffahrt so vortheilhaftes Gefälle haben, diese sich in einem guten Zustande befinden, und bey dem leichten Absatze der überflüfsigen Lebensmittel und der fast unmittelbaren Mittheilung aller Bedürfnisse im ausgebreiteten Handel die Provinzen bereichern müsse. Gleichwohl fehlt es noch in Frankreich an einer *Flufsschiffahrt.* Kaum giebt es eine solche auf den Hauptflüssen oder sie ist doch wegen der tausend Hindernisse, welche ihr entgegen stehn, so mangelhaft, dafs das Staats - Interesse ihre schleunige Verbesserung in Anspruch nimmt, und es für jeden Staatsbürger der zugleich Schriftsteller ist, zur Pflicht wird, die hierzu führenden Mittel aufzusuchen und bekannt zu machen." Ein Wink für die deutschen Schriftsteller, die nicht oft genug von den Vortheilen sprechen können, die die Verbesserung unserer Flüsse vorzüglich aber die Verbindung des Rheines mit der Donau vermittelst des von mir in Antrag gebrachten Canals bewirken können. „Schon, fährt Lalande fort, „seit mehreren Jahren beklagt man sich überall über den Verfall der Flufs - Schiffahrt in Frankreich, diese Klage ist allgemein, das Uebel wächst immer mehr und es bedarf einer schleunigen Hülfe. Eben so hat man auch die Seehäfen der Handelsstädte vernachläfsigt. Ungefähr im Jahre 1760. hat man angefangen, einige Fonds für dieselben auszusetzen, die daraus für den Handel entstehenden Folgen wurden bald sichtbar, die an den Häfen mit weiser Sparsamkeit bewerkstelligten Anlagen haben die Landungsplätze vermehrt und den Handelsverkehr erleichtert." Wenn aber das Bett der Flüsse sich erhöht, und man sich des Fuhrwerk's bedienen mufs, so ist der Zweck nicht ganz erreicht. Die Flüsse haben im Anfange des 18ten Jahrhunderts, wo man fast gar keine Vorkehrungen getroffen hat, Material in Menge herbeygeführt und gröfsere oder kleinere Sandbänke gebildet. Einige derselben bedürfen einer schleunigen Hülfe, wenn nicht der Handel leiden und die Getreidzufuhr gehemmet werden soll.

„Zur Verbesserung der Chausseen hat man ungeheure Werke angelegt. Ihre Zahl ist so grofs, dafs die Unterhaltung davon den Brücken- und Strafsenbaufond fast ganz erschöpft. (dies ist gerade der Fall im Königreiche Baiern, wo eine Menge Chausseen parallel laufen und wo ihre Länge über zwey tausend Stunden beträgt!) In allen Provinzen sind Strafsen, wovon das Publikum keinen Vortheil ziehen kann, weil die Brücken wegen des Kostenaufwandes noch nicht erbaut sind. Nur durch die Eröffnung von Wasser-Communikationen wird man diese Unterhaltungskosten vermindern und den Fond vermehren.

„Fast in jedem Lande hat man sich bemüht, diejenigen Flüsse, welche sich in gröfsere ergiefsen, schiffbar zu machen wie oben erwähnt worden ist; wo von den projectirten Kanälen gehandelt wurde. Indessen haben die gröfsten Flüsse als die Seine, Loire, Garonne und die Rhone, welche durch den inneren und auswärtigen Handel so wichtig sind, durch die Verstopfung ihrer Mündungen von ihren Nutzen verlohren, weil dadurch der wechselseitige Verkehr der Provinzen und der auswärtige Handel Frankreichs gestört werden. Bald wird man sagen können, dafs die Somme bey St. Valery, die Loire bey Nantes, die Garonne bey Bourdeaux und die Rhone in den Ebenen von Arles der Schiffahrt verschlossen sind. Die Marinebedürfnisse wurden im Jahre 1765. fast zwey Monate lang bey Arles aufgehalten, ein Hochgewässer der Rhone machte sie erst wieder flott, eine leidige Hülfe! weil durch sie die Ursache des Uebels die Verstopfung der Mündung des Flufses vermehrt wird. Die mittleren Flüsse befinden sich in einem noch schlimmern Zustande, und büssen täglich in ihrer Schiffahrts-Fähigkeit ein."

„Wenn man auch diesem Uebel bey den gröfsern Flüssen abgeholfen haben wird, so werden die kleinern immer noch viel zu schaffen machen. Die vielen an kleinen Flüssen angelegten Mühlen sind dem Lande sehr schädlich, weil sie daran Schuld sind, dafs die Eigenthümer die Dämme und Wege erhöhten. Durch die Erhöhung der Fachbäume hat man die Ebenen unter Wasser gesetzt, dadurch Krankheitsstoff erzeugt, und die Bewohner genöthigt, einen Boden zu verlassen, den sie nicht mehr bebauen konnten. Aber diese dadurch erzeugten Dünste und gefährlichen Stoffe pflanzen sich weiter fort, sie verdichten sich in der Luft, und werden vom Winde nach den benachbarten Gegenden getrieben, so wie die Dünste, welche aus den Pontinischen Sümpfen emporsteigen, ihren Einflufs bis nach Rom erstrecken. Daraus entstehen epidemische Krankheiten, die oft viel Unheil stiften, ehe man noch deren Symptomen kennt. Ein Mehreres von den erschrecklichen Folgen solcher Ansteckungen findet man in den Werken des Grafen Martin Carburi von Ceffalonien, wo derselbe von seinen Arbeiten an den zum Andenken Peter's des Grofsen errichteten Monumente Erwähnung thut."

„Die Ufer-Besitzer haben überall der Flufs-Schiffahrt mit Anlagen geschadet, und es scheint, dafs die schönsten Flüsse hierunter gelitten haben. Bald sind es die

Grundpfähle oder Bauwerke, welche man zur Herbeyziehung von Anhägerungen anlegt; bald Mühlen deren Fachbäume man mehrmals erhöhte, um sich ein gröſseres Wassergefäll zu verschaffen, bald unterbricht man den Leinpfad, und setzt dadurch die Schiffer so wie ihre Kähne und Ziehpferde einer beständigen Gefahr aus. Bald werden die fruchtbarsten Ebenen durch Wasseraufstauungen überschwemmt, welche dem Ackerbau und der Schiffahrt gleich schädlich sind. Alle diese Uebel sind bekannt, und die Beschwerden darüber hört man täglich. Insbesondere ist der Fluſs bey Bordeaux in diesem Falle. Der Leinpfad bey Vivarois hat nicht mehr die normalmäſsige Breite, die Ziehpferde müssen oft durch das Wasser gehen, und ein groſser Theil derselben krepirt. Die an verschiedenen Stellen durchbrochenen Rhonedämme hindern den Waarenzug an mehrern Orten, die Mühlen der Quarantaine zu Lyon, die Ruinen der Brüche von Vienne, die Felsen bey St. Audert und Valence vermehren die mit dieser Schiffahrt verbundenen Gefahren.

Auch in England versanden die Flüsse. Die Themse, Saverne, Mersey und Trent haben stets an Seichtigkeit zugenommen. Während längs und über den kleinen und mittleren Flüssen hin mehrere Millionen kostende Canäle angelegt sind, hat man wenig zur Verbesserung der Flüsse gethan und sie nur als Mühlwässer benutzt. Sie überschwemmen daher auch jährlich groſse Bezirke und führen die Uferlande fort.

In Spanien hat der Guadalquivir eine Menge Inseln, Krümmungen und Seichten erhalten und sein Bett ist dergestalt erhöhet, daſs er bis Sevilla nicht mehr wie ehemals Seeschiffe trägt. Mehrere Flüsse in Spanien haben gleichfalls ihre Betten bedeutend erhöhet.

Noch weit nachtheiliger als in diesen Ländern sollen die Flüsse in Portugal für die Uferlande strömen, weil ihre Betten immer mehr mit Kies und Sand angefüllt worden sind, indem es auch dort an der Anwendung zweckmäſsiger Mittel fehlte.

Die erneuerte Austrocknung der pontinischen Sümpfe konnte in Italien blos deswegen nicht bewerkstelliget werden, weil sich mehrere groſse Familien des Fischfanges wegen, dagegen beschwerten. Es erheben sich in diesem schönen Lande die Fluſsbetten auf eine schreckliche Art. Die Etsch, die Adigetto, der Tartaro, der Po mit seinen drey Hauptarmen, der Reno und Panaro bilden ein Fluſs- und Sumpfchaos, das stets höher steigt, die schönsten Gefilde Italiens bedeckt hat, und noch fortdaurend weite Landstrecken zu begraben droht. Zwischen Bologna, Ferrara und dem Adriatischen Meere bis Aquileja und dem Isonzato ist dieser Wirrwarr von Bächen, Flüssen, Lagunen und Sümpfen am gröſsten! Mit ihm wird man zum Theil aus dem IV. und VI. Bande der Raccolta d'autori che tratano del moto dell' acque Bekanntschaft machen und ich habe nach der im Jahr 1803. im venetianischen zurückgelegten Bereisung, der oesterreichischen Regierung, Vorschläge zur Verbesserung der Brenta, die seit 50 Jahren ihr Bett über zehn Schuh erhöhete und meh-

rere Quadratmeilen oberhalb und unter Padua überschwemmte und mit Sand bedeckte, so wie zur bessern Leitung des Gorzon und zur Trockenlegung eines Theiles der Lagunen, gemacht. Im venetianischen traf ich damals nirgend Arbeiten, welche eine vollendete Kenntnifs in der Wissenschaft des Wasserbaues verriethen. Die Canäle zwischen Este und Padua waren verschlammt; der Canal Brentella und der Flufs Bachiglione waren sich selbst überlassen; die Dämme längs dem Etschflusse und der Brenta hatten ihre Böschung verlohren. Die Durchlässe, welche zu den Entwässerungen dienen, sind mehrentheils zu hoch angelegt, wie ich ausführlich zeigen werde; und die Entwürfe, welche von einem gewissen Herrn Artico gemacht sind, nähmlich: der Brenta ein neues Bett zu geben, würden den Zustand der venetianischen Gewässer noch verschlimmern. Man wird gewifs jene Gewässer dadurch verbessern, wenn die Kanäle Ponte - Longo, der Breton und der Taglio novissima di Brenta unterhalb Conce in einem Bette vereinigt würden, um mittelst der vergröfserten Wassermasse das gemeinschaftliche Bett zu vertiefen, folglich auch die Geschwindigkeit zu vermehren, d. i. die Hochgewässer schneller abzuführen. Zugleich müfste bey der gemeinschaftlichen Mündung dieser Flüsse, von ihrem linken Ufer ab, ein mit Steinen belegter Faschinendamm in das Meer geführt werden, um die längs dem Gestade von Chioccia mit Nordostwinden durch die Wellen angeschwemmten Materialien von dieser Flufsmündung abzuhalten. Alsdann wäre die Brenta von den Lagunen an bis Cortalora zu reguliren und die Dämme zwey Schuh über die höchsten bis jetzt bekannten Inondationen zu erhöhen. Die Piave, der Tagliamento und Torrente di Gua bedecken weite Flächen mit Kies und Sand, wiewohl dieselben mit Anwendung des Flufsbaues und der in Intalien nicht gekannter Faschinenbau - Construction verbessert und in ein sicheres Bett eingeschlossen werden können.

Auch in Oestereich findet die Erhöhung der Flufsbetten statt. Besonders ist es die Donau, die Muhr und der Marchflufs, deren Betten stets höher steigen. Selbst in der Nähe der Hauptstadt der Monarchie strömt die Donau vielarmigter und seichter als sonst wo, und die daraus geführte Ableitung (der sogenannte Wiener-Canal, ein durch die Leopoldstadt gehender Arm der Donau) wird von Jahr zu Jahr in der Nähe seiner Ein- und Ausmündung seichter, so dafs beladene Schiffe bey niedrigen Wasserständen ihn nicht mehr, wie ehemals, befahren können. Kurz der Donauflufs fordert in Oestereich und Ungarn baldige hydrotechnische Verbesserungen!

Bayerns Hauptflüsse: der Inn, Lech, die Isar und Donau, wovon die drey erstern zu den schnellsten in Europa gezählt werden müssen, haben ihre Betten dergestalt erhöhet, dafs die ihnen nahe gelegenen Moräste, wovon grofse Bezirke ehemals urbares Land waren, jetzt des Wassers nicht los werden können, ohne lange Entwässerungscanäle zu ziehen. Sie laufen wild dahin, und sind in ihrem jetzigen Zustande mehr eine Geisel als eine Wohlthat des Landes. Die Isar vereinigt sich so unnatürlich mit dem Donauflufs, dafs sie gegen denselben anläuft, folglich wenn sie

hoch ist ihn zurück staut und ueberschwemmungen veursacht. Führt aber der Donauflufs Hochgewässer, so treibt er die Isar aus ihren Ufern, die dann des geschwächten Laufes wegen das Material liegen läfst, sich neue Bahnen macht, und so die Grundstücke und Ortschaften verheert. Ja es gibt in Europa keinen Staat, der im Verhältnifs seiner Gröfse mehrere reissende Flüsse hätte als Bayern und Portugal, wiewohl wenig für ihre gute Leitung geschehen ist; weder ein Flufsrecht, noch eine Wasserbausteuer existirt. In Baiern wird aber von jetzt an dahin gearbeitet: die Flüsse des Landes wohlthätig für die Anwohner zu leiten, denn hierüber hat die Regierung in mehreren zur Kenntnifs des Publikums gekommenen Acten sich ausgesprochen, und es ist nach meinen Entwürfen seit fünf Jahren bereits viel geshehen!

In Tyrol hat der Etschflufs sein Bett dergestalt erhöhet, dafs die Gegenden von Botzen, Salurn u. m. in Moräste verwandelt sind, ihre Oberfläche sich über eine weite Landschaft verbreitet und das Wasser sich in die Uferlande einsaugt. Sonst fruchtbare Felder sind nicht nur allein hier, sondern auch an mehreren Flufsstellen jetzt Möser, die eine höchst ungesunde Luft verursachen und die Constitution der Menschen — die auf mehreren Quadratmeilen wohnen — verdorben haben. Wiewohl diese tödliche Fieber und Viehseuchen erzeugenden Möser wenigstens den 12ten Theil aller fruchttragenden Thäler Tyrols ausmachen; das Getreide Land und die Wiesen in einem sehr hohen Werthe stehen; die Vertheidigung des Landes von den Getraide-Vorräthen und dem Schlachtvieh abhängt; das Militair in Tyrol, wo es an arbeitenden Händen fehlt, zu Unternehmungen der Art mit Nutzen und zur Zufriedenheit der Tyroler hätte verwendet werden können, und die Austrocknungen sich hundertfach verzinsen würden: so ist es dennoch bey demjenigen, was die grofse Kaiserin Maria Theresia für die Austrocknung bey Botzen gethan hat, geblieben. Diese Erhöhung der Flufsbetten in Tyrol und allen übrigen Gebirgslanden entsteht vorzüglich dadurch, dafs die Bergströme sich nicht unter einem spitzen Winkel mit den Hauptflüssen vereinigen, folglich das Material, welches sie führen, in den Hauptflufs lagern, indem sie dessen Abflufs retardiren, sonach das Vermögen, womit derselbe das ihm zugeführte Material fortführen kann, schwächen. Man sieht daher wie nothwendig eine zweckmäfsige Vereinigung der Bergströme mit den Hauptflüssen eines Gebirglandes ist!

Auch die Schweitz wird nicht allein von den Erhöhungen der Flufsbetten, sondern von dem Steigen ihrer Seen heimgesucht, welches durch die Absetzung des von den Bergströmen herabgeführten Materials entstehet. So hat der Wallen-See und die Glarener-Linth, die schönsten Fluren in Sumpf verwandelt. Wem das Bild aller Uebel, welche aus den Flufs-Erhöhungen folgen, nicht lebendig vor Augen steht, für den sey folgende Stelle, über die Wirkung des erhöhten Linth-Flusses für die daran liegenden Gegenden, aus den gemeinnützigen Schweitzer-Nachrichten, gewidmet.

„Um dieses Unglück in seiner ganzen furchtbaren Gröfse zu überblicken, mufs man sich in die Lage der beklagenswürdigen Einwohner hineindenken. Welch ein nagender Kummer zu zu sehen, wie nach und nach ihre schönsten Besitzungen ein unerbittlicher Raub der um sich greifenden Verwüstung werden! Ordnung, Arbeitsliebe, Fleifs und Sparsamkeit schützen sie nicht mehr gegen Mangel und Armuth! Auch im Heiligthum ihrer Häuser finden sie bald keine Zuflucht mehr. Die Strafsen von Wallenstadt und Wessen sind im Sommer nur noch für Schiffe brauchbar; die Ueberschwemmung fluthet in die Erdgeschosse der Häuser, und ersteigt schon da und dort die ersten Stockwerke, da dann im zurückgelassenen Schlamme die Sommerhitze verpestende Dünste entwickelt, und eckelhafte Insekten erzeugt. Man kann wohl denken, wie dies auf die Gesundheit wirkt! Die Bevölkerung ist schon seit lange unter ihrem ehemaligen Verhältnisse; in den schwächlichen, blassen, kraft- und geistlosen Gestalten glaubt man wandelnde Schatten zu sehen, abgehärmt durch das Gefühl ihrer eigenen Abnahme, noch mehr aber durch den Anblick ihrer Kinder, in welchen die überhandnehmende Degradation an Geist und Körper noch sichtbarer ist, so dafs man am Ende mit dem Boden zugleich auch das gänzliche Versinken der Menschheit befürchten mufs. — Nicht nur diefs, sondern ein in dem trägen Moraste und faulenden Wasser bereiteter Krankheitsstoff theilet sich endlich dieser ganzen, zwischen hohen Gebirgen gefangenen Luftmasse mit. Daher die stets gefährlicher werdenden Wechsel- und tödtlichen Faulfieber, welche nicht mehr blos in den Städten Wallenstadt und Wessen, sondern in den grofsen Dörfern Mühlihorn, Mollis, Näfels, Urnen, Bilten, Schännis und in den weiter das Thal hinab gegen den Züricher-See liegenden Dorfschaften periodisch herrschen, und ihre Verwüstungen anrichten. Diese schädlichen Einflüsse eines verdorbenen Dunstkreises erreichen sogar schon die höheren Berggemeinden, wovon die Gemeinde Kerenzen ein trauriges Beyspiel ist. Von Jahr zu Jahr schreitet die Seuche weiter vorwärts; sie geht über den ganzen Züricher-See weg und erzeugt fern von ihrem Ursprung vorhin unbekannte Faulfieber, die man aus keiner andern Quelle herzuleiten weifs. — So unaussprechlich vervielfältigen sich die unglücklichen Wirkungen jener allmähligen Hebung des Linth-Bettes, und schliessen sich zu einer Kette, die ins Unendliche hinausläuft!" —

Dieses Bild ist auf die Möser Tyrols und Salzburgs, auf die Veronesischen Moräste, auf die nassen Gegenden an der March; auf die Pontinischen Sümpfe, auf die zwischen der Rhone-Mündung und dem mittelländischen Meere liegenden Sumpfbezirke und auf so viele grofse Bezirke in Europa minder oder mehr anwendbar. Selbst die Gegend von München würde gesünder und nicht von so vieler feuchter Luft und scharfen Winden heimgesucht werden, wenn die Isar nicht ihr Bett erhöht und den Ausflufs der Gewässer in der Gegend von Aerdingen erschwehrt hätte, wodurch das sogenannte Aerdinger-Moos, welches beynahe 4 Quadratmeilen enthält, entstanden ist. Doch dieses Moos läfst sich austrocknen, wenn man den Entwässerungsgräben einen

hinreichenden Fall gibt, wozu das Gefäll der Isar benutzt werden kann, und wenn man die Bewässerung einrichtet.

Sachsens, *Pohlens* und *Preussens* Flüsse haben gleichfalls ihre Betten erhöhet, denn die zahllosen Ueberschwemmungen sind in den neuern Zeiten, selbst da höher als ehemals gestiegen, wo die Flüsse keine Bedeichung haben.

Ein gleiches tritt mit der Elbe im Königreich Westphalen ein, mit der Weser im Oldenburgischen und Bremischen. Wiewohl man in Preussen und Hannover bedeutende Summen auf den Flufsbau verwendete und geschickte Wasserbaukundige hatte: so sind die häufigen Versandungen der Flüsse und die hohen Ueberschwemmungen ein Beweifs, dafs man dennoch zu sparsam mit Bewilligung der nöthigen Geldmittel gewesen sey. Bey Bremen verliert die Weser ihr Fahrwasser immer mehr, eben so die Elbe oberhalb Hamburg, wiewohl dieser Umstand äufserst wichtig und gefahrvoll für beyde Handlungsplätze ist.

Das unermefsliche *Rufsische Reich* hat eine Menge Flüsse, die ihrer Seichtigkeit wegen für die Schiffahrt verschlossen sind. So wichtig auch die Canäle und die bereits fahrbaren Flüsse für dasselbe bleiben, so ist doch die Vertiefung oder Schiffbarmachung der seichten und wilden Flüsse noch unendlich wichtiger. Riga stand in Gefahr seine Hafenstrafse von den Versandungen in dem Flusse Dwina einzubüssen, hätte man nicht zwo den Strom einschränkende Leitdämme angelegt!

Fast alle grofse Flüsse: der Rhein, die Donau, der Nil, die Rhone, die Elbe, der Po, die Weser, die Newa, der Dnister, die Wolga, der Don, u. a. m. ergiefsen sich ins Meer durch mehrere Arme, bilden daher Sand- und Schlammbänke; die entweder die Mündungen oder das ihnen nahe Fahrwasser verstopfen, oder einige dieser Flüsse haben eine solche Ausmündung, welche die Kiesel und den Sand in das Meer dergestalt führen, dafs sie darin der Schiffahrt nachtheilige Seichten bilden. Es ist daher die zweckmäfsige Leitung der Flufsmündungen und ihre Verlängerung in das Meer, ein Gegenstand von der äufsersten Wichtigkeit. Welche Vortheile würden nicht für Petersburg und die rufsische Marine entstehen, wenn die Newa eine solche Leitung mittelst Faschinenbauwerken, die mit Steinen beschwert werden könnten, erhielte, dafs sie in den Untiefen, die zwischen Cronstadt und Petersburg in der Ostsee liegen, ein hinreichend tiefes Fahrwasser hervorbrächte, wodurch auch für den Eisgang der Newa selbst Vortheil entstände? Wenn diese Aufgabe gleich schwierig zu lösen ist, so scheint sie doch für den Wasserbaukundigen nicht unauflöfsbar zu seyn!

Die Naturforscher haben uns unumstöfslich bewiesen, dafs mehrere Flufsgegenden ehemals Seen waren, und wir sehen den wachsenden Flufsbetten so ruhig zu, ohne zu bedenken, dafs unsere Nachkommen nothwendig wieder ihre Wohnsitze verlegen müssen, wenn die Flüsse ihre Betten über die Uferlande erhoben haben, und sie nicht vermögend seyn werden, gegen die stets höher anschwellenden Ströme

hinreichende Dämme anzulegen. Und so werden und müssen mehrere Flufsgegenden auch von jetzt an in Moräste und endlich in Seen verwandelt werden, die sie ehemals waren, denn die Natur verfolgt ihren Gang, wenn er nicht durch Anwendung zweckmäfsiger Mittel gehemmt wird. Welches Resultat kann wohl sonst aus diesem, von allen Anwohnern grofser Flüsse, bestätigten Umstande, d. i. aus der Erhöhung der Flufsbetten, entstehen?

In solchen Ländern, worin die Flüsse aus Gebirgen plötzlich in die Ebene treten, erheben sich die Flufsbetten am schnellsten, weil die Ströme viel Material führen. Wenn dann noch hinzukömmt, dafs die auf den Abhängen stehenden Wälder verkauft und niedergehauen werden: so wälzen sich die Steine von den Bergen in die Wildbäche und Flüsse, und treiben flufswärts, nachdem sie von ihrer Gröfse allmählig verlieren. Die Flüsse erhalten nun des Materials so viel, dafs sie es nicht fortwälzen können; und je mehr man daher die Wälder ausrottet, desto schneller erheben sich die Flufsbetten in der Ebene. Dieses Uebel wird noch dadurch vergröfsert, dafs die tiefer unter der Oberfläche liegenden Steine härter als die an der Oberfläche befindlichen sind, folglich während sie flufsabwärts wälzen, nicht so schnell sich unter einander abreiben, mithin zur Erhöhung der Flufsbetten mehr beytragen, als solche die ehemals lange auf der Erdoberfläche lagen und verwittert waren. Es ist daher nothwendig: dafs die Forstökonomie, die auf den Bergabhängen längs Flüssen und Wildbächen stehenden Wälder, besonders auf Kiesboden wachsende, erhält. Wichtig ist dieser Umstand vorzüglich für Gebirgsländer, worin die engen Thäler bald verschüttet werden, folglich sich die Flufsbetten um so schneller erheben und die Thäler in Sümpfe und Seen verwandelt werden.

Diese Wirkung der Flüsse und Wildbäche erhöhet unsere Flufsbetten, treibt die Ströme immer höher über weite und fruchtbare Fluren, verursacht eine pestilenzialische Luft ausdünstende Moräste, die ausgetrocknet hundertfachen Gewinnst bringen, und die Flüsse verlieren ihre Schiffbarkeit, während man die Hände in den Schoofs legt, den Wasserbaukundigen die zum Gedeihen des Wasserbaues abzweckenden Unterstüzungen und dem Wasserbau die nöthigen Summen und Hülfsmittel versagt; jene mit Chikanen geisselt und diese auf die Steuern des Landes nicht austheilt!! so bleiben die Wünsche der Patrioten, so wie die Kenntnifse der Wasserbaukundigen vergeblich! Welcher Verständige würde es sich wohl einfallen lassen, alle Flüsse, wie ein im Fach des Wasserbaues ganz unbekannter Scribler meynt, ohne Dämme wohlthätig für ihre Anwohner leiten zu wollen? Doch nicht genug, dafs in vielen Ländern der Flufsbau unverständig betrieben wird, oder alle Mittel dazu versagt werden, läfst man überdiefs den Flufsangränzern und besonders den Müllern, diesen gewöhnlichen Feinden der Agrikultur, freye Hände, um mit ihren Wehren und Anlagen den Lauf der Flüsse recht in Unordnung zu bringen. Feinde des Ackerbaues sind die mehresten, indem sie die Bäche und Flüsse über ihre natürlichen Ufer treiben; die versan-

dungen der Flüsse befördern, aus Wiesen Moräste machen; ja durch Kunst mit Anwendung bedeutender Summen, gemachte Austrocknungen wieder in Sümpfe, Moräste und Seen umwandeln. Ich könnte hier viele Beyspiele citiren, wenn sie nicht zu häufig und dem verständigen Beobachter bekannt wären.

Durch eine vieljährige in einem grofsen Wirkungskreise gemachte Erfahrung überzeugt, dafs die Wissenschaft des Wasserbaues zum Besten eines Landes schlechterdings nicht in Ausübung kommen kann, wenn die Regierungen sie mit Gleichgültigkeit behandeln, dafs es daher für jeden Wasserkundigen Pflicht sey, in seinen Schriften auf diesen Umstand die allgemeine Aufmerksamkeit zu lenken und so den Nutzen des Wasserbaues zu verbreiten, will ich noch bemerken; dafs ohne eine zweckmäfsige Geschäfts-Einrichtung, ohne die nach richtigen Grundsätzen der Staatswirthschaft bestimmten finanziellen Mittel und deren Disposition für das Wasser- Brücken- und Strafsenbau-Departement in den Bauzeiten, ohne dafs eine Brücken- und Strafsenbau-Polizey und Gesetze über die Leitung und Benutzung der Gewässer, über die Führung der Canäle, den Austrocknungen u. s. w., die Wissenschaft selbst niemals in der Praxis gedeihen könne. Möchte man bey diesen Bestimmungen weder dem kleinlichen Sinn derer, denen der Patriotismus fremd ist, noch dem Egoism oder den Intriganten Gehör geben.

Das Gewicht dieser Bemerkungen zu vermehren erlaube ich mir eine Stelle aus der am 17ten September 1807. in dem gesetzgebenden Corps zu Paris vom Tribun Carrion-Nizzas wegen der Bestimmung eines Gesetzes über diese Gegenstände gehaltenen Rede anzuführen. Der Redner sagt: „Nicht blos die Umwälzungen der Natur noch der Elemente heftiger Kampf verwandeln die Fluren in Moräste, nein, dazu sind öfters geringe Ursachen hinreichend! Die Nachläfsigkeit der Regierungen; die Unwissenheit der Administration; die gewöhnliche Gleichgültigkeit der Staatsbeamten an dem öffentlichen Wohl, welche sie der regen Thätigkeit des Privatinteresse's entgegensetzen; die sklavischen Gewohnheiten, der stolze Dienst-Schlendrian und endlich der hartnäckige Widerstand, womit die Menschen sich stets und überall dem für sie bereiteten Guten widersetzen. Diefs alles sehen wir nicht allein in Ländern der Barbarey und Unwissenheit, nicht blos in den ehemals blühenden Städten Klein-Asiens noch in Klein- und Grofs-Griechenland, woselbst die ungesunde Luft manche Verwüstungen anrichtete — und ehemals lachende Aussichten in Scenen des Elends und Jammers umwandelte: nein diese Verwandelungen bestehen auch an den Ufern unserer Flüsse, unserer Meere, ja in unsern Städten — sonst wegen ihrer gesunden Lage berühmt. Aber alles, was schwache oder elende Regierungen während mehreren Jahrhunderten in Unordnung beliefsen, will ein Gouvernement, das seine Kraft fühlt und seine Jugend zu benutzen versteht, bald vom französischen Boden entfernen. Wer daher den angezeigten Hoffnungen und der sie begleitenden Wahrscheinlichkeit traut, der ist davon überzeugt: dafs die aufgeklärtesten Bürger den Verbesserungen, die

man ihnen bereitet, gerne entgegen gehen, und die klugen und standhaften Administrativbehörden mit Zuversicht die ihnen vorgezeichneten Werke ausführen werden. Ein im ganzen Umfange des Worts liberales Gouvernement wird dabey eine kraftvolle Bewegung, einen unwiderstehlichen Antrieb geben; die täglich kühner und mächtiger wirkende Physik wird ihre Kräfte dabey aufbieten! Eine einzige Verordnung, die das vollständige Gesetz darüber enthält, bestimmt im Voraus die ökonomischen Mittel; besiegt alle Hindernisse, jeden Widerstand, öffnet die Hülfsquellen, schreibt Formen vor und sieht die Fälle voraus. So wird der Mifsbrauch menschlichen Einwirkens und die Unregelmäfsigkeiten der Natur entfernt. Da, wo sonst die Unfruchtbarkeit und der Tod wohnten, werden lachende Gefilde und Menschen entstehen; grofse Landesbezirke werden aus Gewässern hervortreten und nichts wird hierin den Gang einer an das Aufserordentliche gewöhnten, sich vorzüglich durch öffentliche Werke, die Macht des Genies und durch moralische Kraft auszeichnenden Regierung, aufhalten.“

§. 3. Die Flufsbaukunde zerfällt systematisch, wie ich bereits oben gesagt habe in zwey Abschnitte; in die Theorie und Praxis. Allein diesen beyden müssen die wesentlichen Sacherklärungen vorangehen.

HAUPT-BEZEICHNUNGEN UND ERKLAERUNGEN IN BEZIEHUNG AUF DEN FLUSSBAU.

§. 4. In der Flufsbaukunde sind bestimmte und deutliche Sachbezeichnungen um so nothwendiger als die mehresten Schriftsteller unter sich darüber nicht einig waren, und sich örtlicher und unschicklicher die Sache keinesweges richtig bezeichnender Benennungen bedient haben. Wenige unterschieden z. B. den Fall des Bettes der Flüsse von dem Fall der Oberfläche des in dem Bette fliefsenden Wassers, und betrachteten blos den letztern. Ja es wurde nicht bestimmt, nach welchen Punkten des Bettes dessen Fall anzugeben sey. Diese Sacherklärungen müssen daher so beschaffen seyn, dafs sie sowohl zur Vereinfachung des Vortrages beytragen als auch das Studium der Flufsbaukunde erleichtern und jedes Mifsverständnifs entfernen. Dieses Zweckes wegen müssen die folgenden Erklärungen der wissenschaftlichen Materie vorangehen.

§. 5. Unter den *Wasserstaat* eines Landes, welches Wort ich von der holländischen Benennung, *waterstaat*, entlehne, weil es die Sache selbst sehr richtig bezeichnet, verstehe ich die physische und künstliche Beschaffenheit der Flüsse und Canäle; die Beziehung worin sie mit den Aus- oder Entwässerungs-Schleussen, worinn sie zu den Schöpfmaschinen, den Austrocknungen und Entwässerungen, worin sie ferner mit den Seeuferbauten und Häfen, so wie mit der Benutzung der fliefsenden Gewässer zur Treibung der Maschinen, zu künstlichen Inondationen der Festungen u. s. w. stehen. Die Behandlung des Wasserstaates mufs daher durch eine vollständige Local-Kenntnifs der Flüsse und Canäle, der Schleusen aller Art, der Hoch-

gewässer und Eisgänge stand, so wie der Lage von denen mit Deichen umgebenen Bezirken, *Polders*, genannt; in welcher Beziehung diese sowohl mit den Flufs- und Seeschleusen, als mit den Auswässerungen stehen, begründet werden.

Den Wasserstaat eines Landes unterscheide ich in den *Aeufsern*- und *Innern*-*Wasserstaat*. Zu diesem classificire ich die innerhalb der Hauptdeiche liegenden Wasserbau-Anstalten aller Art, folglich die Circulation des Wassers in den Innern Canälen, die Sammel-Busen oder Bassins, die Austrocknungen und Entwässerungs-Anstalten, die Schleusen zu diesem Behuf, die Errichtung und Unterhaltung der Schöpfmaschinen, und die Art und Weise, wie die Torfstechereyen umdeicht, und, wenn sie gleichsam Landseen bilden, ausgetrocknet werden.

Zu dem *Aeufsern Wasserstaat* zähle ich den Flufsbau, den Seeuferbau, den Bau der längs Flüssen und Meeren liegenden Dämme und die Häfen. Diese Erklärung mufste ich, der Beziehung wegen, die der Flufsbau auf die übrigen Abtheilungen der Wasserbaukunde hat, und weil ich öfters von dem Wasserstaat Hollands sprechen werde, voranschicken.

§. 6. Unter *Flufs* verstehe ich diejenige Bahn, welche die Wassermasse, ohne die Ufer zu überschreiten, macht. Ich unterscheide daher auch nicht, wie man sonst gethan, die grofsen Flüsse von den kleinen, durch Ströme und Flüsse, sondern ich verstehe unter *Strom* die zwischen den Ufern fliefsende Wassermasse. Der Leser wird sich diese Bezeichnung besonders merken, weil ich dieselbe öfters gebrauchen werde. Jeder Flufs hat seine *Seitenwände* oder *Ufer* und sein *Grundbett* oder *Boden*. Ist der Flufs klein, so mag er sich mit der Benennung *Bach* begnügen. Fliefst der Strom eines Flusses sehr schnell, und wälzt derselbe Steine von bedeutender Gröfse, d. i., wenn derselbe aus Gebirgen hervortritt, folglich einen bedeutenden Abhang, oder aus Felsen und Steinen bestehende Absätze hat: so ist diefs ein *Bergflufs*.

Obere Flüsse werden in Holland diejenigen Flufsbezirke genannt, in welchen die Fluth nicht aufrollt, und zwar im Gegensatz derjenigen Flufsbezirke, worin der Fluthstrom statt findet, und die *untere-Flüsse* heifsen.

Canäle will ich hier im Allgemeinen oder in hydrotechnischer Hinsicht solche Flüsse nennen, deren Strom, ihrer ganzen Länge nach, über einen horizontalen Boden fliefst. Man könnte dieselben auch *Flüsse der zweyten Art*, jene die ein abhängiges Bett haben, *Flüsse der Ersteren-Art*, und diejenigen, deren Fluthstrom über ein steigendes Bett strömt, *Flüsse der Dritten-Art* nennen. Der Strom dieser letztern kann auch füglich *Begrenzter- Ebbe*- und *Fluthstrom* genannt werden. Jenen (den Ebbestrom) werde ich indessen bestimmter durch *Flufsstrom*, und den Fluthstrom in Flüssen, durch den *Rückwallenden-Strom* bezeichnen. Die *Ebbe*- und *Fluthströme* in den Meerbusen und Seemündungen können füglich zu den Flüssen der zweyten Art gezählt werden. Fällt das Wasser eines Flusses: so heifst dieser Zustand der *Fallende-Strom*; steigt dasselbe, so nenne ich ihn den *Steigenden-Strom*. Wenn entweder

der gesamte strom oder ein Theil desselben über ein Hindernifs oder wehr stürzt, so heifst diefs wehr ein ueberfall, der strom aber der *ueberfallende-strom.* Der seitwärts fliefsende strom der *seitenstrom.*

§. 7. Die *Natürlichen Flüsse* unserer Erdoberfläche unterscheiden sich von den *Künstlichen* dadurch, dafs sie nicht wie diese von Menschenhänden gegraben, oder dafs dieselben nicht einen auf ihre ganze Länge gleichförmig vertheilten Abhang haben. Man hat die erstern auch in *Leichtbezähmbare,* in *Reissende* oder *unbezähmbare Flüsse* (Bergflüsse) eingetheilt. Der erstern strom legt nicht mehr als drey schuh in der secunde zurück, der der zweyten kann mit einer Geschwindigkeit von sieben schuh fliefsen, und der dritten ihr strom übertrift diese letztere Geschwindigkeit bey weitem. Bey dieser Erklärung habe ich jedoch nur auf die Geschwindigkeit beym niedrigsten wasserstande Rücksicht genommen; denn bey höherm ist dieselbe gröfser, ja bey dem höchsten stand fliefsen einige Bergflüsse mit 16 Fufs Geschwindigkeit, wie z. B. der Lech, die Isar und der Tagliamento. Hat der strom die natürlichen oder *künstlichen* Flufsufer, (die *letztern* heifsen *Deiche* oder Dämme, von welcher Materie sie auch gemacht seyn mögen) überschritten: so ist er ein *Ausgetretener-strom.*

§. 8. Theilt ein Hauptflufs sich in mehrere Flufsarme, die nach Zurücklegung eines langen weges sich wieder in eine Bahn vereinigen: so heifst der Hauptflufs oberhalb der separation oder dem Theilungspuncte der *ungetheilte-Flufs;* die darin fliefsende wassermasse aber der *ungetheilte-strom.* Vereinigen sich die Flufsärme aber, vor dem Eintritt in's Meer, nicht wieder, so heifst jeder derselben ein *Flufsast* oder der *Getheilte-Flufs,* dessen wassermasse aber der *stromast* oder der *getheilte-strom.* Der Flufs, worin sich ein anderer Flufs einmündet: heifst der *Recipient* des letztern. Eismassen, die der strom führt, bilden einen *Eisgang* oder einen *Eisstrom.* Werden dieselben von dem steigenden strom auf und untereinander geschoben, so formiren sie einen *Eisdamm.* Solche öfters ueberschwemmungen verursachende Eisdämme entstehen vorzüglich in engen und spitzen *Flufskrümmen* (serpentinen) und auf seichten oder hohen stellen des Bettes, *untiefen* genannt.

§. 9. Unter *Flufsrinne* verstehe ich die tiefste Aushölung des Flufsbettes. Gerade über derselben, in derjenigen verticalebene des stromes, die die oberfläche desselben trift, befindet sich der *stromstrich* oder auch *Hauptstromfaden.* Da die flufsabwärts fahrenden schiffe ihn einhalten, um den weg in der möglichst kürzesten zeit zu machen, weil darin die gröfste Geschwindigkeit statt findet, so wird er *Thalweg* genannt. So habe ich ihn auch in einem von dem Rastädter congrefs aufgenommenen memoire, worin ich denselben zur besten und natürlichen Flufsgrenze vorschlug, genannt; und von dieser zeit hat man diese Benennung auch in französischer sprache acceptirt, wiewohl man den stromstrich durch le fil du courant, im Französischen, ausdrücken kann

Da auf die Richtung des Stromstriches, wie wir in der Folge sehen werden, beym Flufsbau stets Rücksicht zu nehmen ist, so habe ich ihn auf den mehresten zu diesem Werke gehörigen Flufskarten mit *Stromstrich* beschrieben, oder gezeichnet.

Theilt sich ein Flufs in mehrere Aerme oder Aeste, so heifst der Stromstrich desjenigen Astes oder Armes, der die gröfste Wassermasse führt, der *Hauptstromstrich.* Solchen Flufsastes Flufsrinne heifst die *Hauptflufsrinne.*

§. 10. Diejenige Stelle, wo aus der ungetheilten Flufsrinne die Flufsrinnen der Flufsäste oder Flufsärme abgehen, das ist, wo sich die Hauptflufsrinne in mehrere Flufsrinnen theilt, heifse ich die *Hydrometrische-Flufsscheidung*, und der Punct, wo sich die Stromstriche (vertical über jene Theilung) scheiden, nenne ich die *Hydrometrische-Stromscheidung* oder die *Hydrometrische-Byfluenz.* Diese findet z. B. im Rhein oberhalb dem Separationswerke A A Tab. XXIII bey XIV statt, von wo ab die Stromstriche der Waal und des Rheins oder des Pannerdenschen-Canals durch die punctirten Linien angegeben sind. Der Punct, wo sich zwey Flufsrinnen oder zwey Stromstriche vereinigen, heifst die *Hydrometrische-Flufsvereinigung*, oder der *Hydrometrische-Zusammenflufs*, oder auch die *Hydrometrische-Stromvereinigung*, Confluenz.

Die *Hydrometrische Mündung* des einen Stromes in einen andern findet in der Vereinigung der Stromrinnen oder der zwey Stromstriche statt.

§. 11. Die zwey Seiten *Begrenzungslinien* des Stromes oder der Strombahn, die man auch die *Wasserlinien* nennen könnte, müssen von den Ufern unterschieden werden, denn sie sind bey jeder Flufsaufnahme nach einem festzusetzenden Wasserstande anzunehmen, bey dem, an vielen Flufsbezirken, vor dem eigentlichen Flufsufer, grofse Kiesflächen trocken liegen.

Dieser bey den hydrometrischen Messungen anzunehmende Wasserstand mag der *Normalwasserstand* genannt werden.

§. 12. Die *Geschwindigkeit des Stromes* oder der fliefsenden Gewässer wird durch den Raum, den der Strom oder das Wasser in einer Secunde zurück legt, ausgedruckt. So sagt man: die Geschwindigkeit beträgt fünf Schuh, d. h., der Strom legt fünf Schuh in der Secunde zurück.

Die *mittlere Geschwindigkeit* des Stromstriches oder auch des Stromes in einem Breitenprofil wird durch hydrometrische Messung und Rechnung gefunden.

§. 13. Der Querschnitt des Stromes (Tab. 3. Fig. II und III) heifst das *Breitenprofil* oder eine Wasserwand. So weit dasselbe die Querwasserwand des Stromes darstellt, wird die das Bett des Flusses darstellende Linie die *Benetzte-Linie*, oder der Umfang des *Profils*, oder die *Wand* des Querschnitts genannt.

§. 14. Unter der *Wassermenge* oder dem *Stromvolumen* wird, in der Hydrometrie, diejenige Masse Wassers, welche durch irgend einen Querschnitt des Stromes während einer Secunde fliefst, verstanden.

§. 15. Wenn durch alle möglichen Querschnitte eines Flußbezirkes in welchem sich keine Nebenflüsse einmünden, in gleichen Zeiten, ein gleich großes Wasservolumen strömt, so ist der Strom selbst im *Hydrometrischen-* oder *Hydraulischen-Beharrungsstande.* Der Beharrungsstand, wobey der Strom eine solche Geschwindigkeit hätte, die weder eine Erhöhung noch Abnahme des Bettes bewirkt, und den einige Schriftsteller angenommen haben, wiewohl derselbe nicht bey den Flüssen angetroffen wird, kömmt in diesem Werke nur bey Gelegenheit der Anführung von der Buatschen Theorie über die Geschwindigkeit des fließenden Wassers, vor.

§. 16. Das *Vermögen* oder das *Hydraulische Moment des Stromes* liegt in der Größe von dessen Geschwindigkeit und seiner Wassermenge. Es ist daher auch die Kraft, womit der Strom die Flußmaterialien über das Bett fortwälzt, oder durch welche eine Vertiefung des Bettes, je nach den Absichten der Hydrotechnik, bewirkt wird. Vergleicht man aher die Wassermenge mehrerer Flußäste oder mehrerer Flüsse, so wird dieselbe als das Vermögen dieser Flußäste bezeichnet.

§. 17. Die geneigte Lage des Stromstrisches mit der wahren Horizontallinie nenne ich die *Neigung des Stromes.* Die geneigte Lage, welche die Flußrinne in ihren tiefsten Puncten mit der wahren Horizontallinie bildet, heißt der *Abhang des Flusses.* Tab. 16. Jene ist also der Fall des Stromes, und dieser der Fall des Bettes. Da bey allen natürlichen Flüssen der Abhang von der Neigung sehr verschieden ist, so wird die Unterscheidung zwischen Neigung und Abhang durchaus nothwendig; und da ferner der Boden eines Flusses in vielen Flußbezirken steigt, oder weniger, als in andern fällt: so nenne ich den Fall desselben zwischen zwey solchen Erhöhungen, oder bis zu einer Erhöhung oder Flußbarre, den *Parziellen-Abhang*, die Neigung des Stromes in solchen Bezirken die *Parzielle-Neigung*; den Abhang der gesamten Länge des Flusses nach, nenne ich den *Generellen-Abhang.*

§. 18. Den gleichförmigen oder regelmäßigen Abhang, welcher auf die Länge des Bettes gleichförmig vertheilt ist, bezeichne ich durch den *Hydrometrischen-* oder *Hydrotechnischen-Abhang.* Ist der Fall des Stromes gleichförmig auf die Länge des Stromstriches vertheilt, so nenne ich denselben die *Hydrometrische-Neigung.*

§. 19. Ein *Hydrometrisch Regulärer Fluß* ist daher derjenige Fluß, dessen Stromstrich eine hydrometrische Neigung, dessen Flußrinne einen hydrometrischen Abhang hat, dessen Ufer beynahe parallel laufen, dessen Flußrinne sowohl als der Stromstrich in der Mitte sind, und wobey die Geschwindigkeit der Profile gleichförmig ist.

§. 20. Bilden die *Flußufer* hervorstehende Ecken, oder ziehen dieselben sich oberhalb einer weiten *Flußbahn* zusammen, oder bildet ein Ufer große Concavitäten, so werden viele Stromfäden seitwärts geworfen. Diese bilden alsdann rückkehrende Strömmungen, das sind *Widerströme* oder *Strudel.* Solche werden auch von den in das Flußbett hinein tretenden Bauwerken verursacht. Formiren sich in den

widerströmen viele kleine Drehungen, so entstehen *Wirbel.* So zeigt auf Tab. 20 Nro. 4 die Linie y z x den Widerstrom und die Kreise I, I, I den Wirbel.

§. 21. Eine bedeutende *Krümme* des Flusses heifst eine *serpentine* oder *Flufskrümme.* Ihr eingebogenes oder in Abbruch liegendes Ufer, heifst das *concave oder eingebogene Ufer*, ihr *ausgebogenes* oder *hervortretendes* Ufer das *convexe - Ufer.* Hat ein Strom ein Ufer dergestalt unterhöhlt, oder dessen Fufs angegriffen, dafs es einstürzt, oder bis zum eigentlichen Flufsbett selbst weggespült ist, so heifst dasselbe ein *Bruchufer*, und der Einbruch ein *Uferabbruch.* Wird das Ufer aber nur durch den Wellenschlag oder von dem den niedrigsten Wasserstand übersteigenden Strom angegriffen, so nenne ich diesen Einbruch eine *Uferabschälung.* Diese wird also vom hohen Meere, vom *Wellenschlage* und dem Eisstrome bewirkt.

§. 22. Wird eine Serpentine durchgegraben, um dem Flufs eine bessere Richtung zu geben, so heifst der Canal ein *Durchstich*, dessen obere Mündung aber die *Einmündung*, die untere, die *Ausmündung* des Durchstiches.

§. 23. Aus Flufskies und Sand bestehende im Flufsbett liegende Erhöhungen, wenn sie die Oberfläche desjenigen Wasserstandes, bey welchem noch kein Weidenholz gezogen werden kann, der in jeder Flufsgegend leicht zu erkennen ist und der der mittleren Höhe des gewöhnlichen Stromes sehr nahe kömmt, nicht erreichen, heifsen *Sandbänke.* Ragen sie aber über diesen Wasserstand hervor, werden sie also von demselben umspült, so heifsen sie Inseln. Sind diese Kiesbänke nicht vom Wasser, beym niedrigsten Wasserstande des Stromes, umflossen, sondern im Zusammenhange mit dem festen Lande, so heifst der Bezirk, ein *Land-* oder *Kiesort*, oder auch eine *Landzunge.*

§. 24. Das Material, welches der Flufs führt, oder, das sich auf seinem Bette, an seinen Ufern, oder auf dessen Vorland lagert, heifst das *Flufsmaterial.* Das sind grofse und kleine *Kieselsteine; Grand* oder abgeschliffener Kiesel (Kies) zur Gröfse eines Taubeneyes und gröfser; und kleineres Material, d. i. *Sand, Schlick* oder *Bodensatz* etc.

Aus dem letztern bestehen gewöhnlich diejenigen Uferlande, welche der Flufs bey Wasserständen, die dem mittlern Wasserstand nahe sind, angehägert oder angelegt hat. Hierbey mufs ich bemerken, dafs der Flufsschlamm oder Schlick, der am Rhein aus 85 $\frac{5}{10}$ Gran Kieselerde, und aus 3 $\frac{5}{10}$ Gran Kalkerde besteht, bey der chemischen Analyse 5 Gran Verlust hatte. Werden solche angeschlämmte Bezirke mit Dämmen umgeben, so heifsen sie *Flufspolder* oder *Flufsdeich - Bezirke*, auch *Flufs - Marschen* oder *Eindeichungen.* In Niedersachsen heifsen nämlich die niedrigen dem Meere oder den Flüssen durch Eindämmungen abgewonnenen Gegenden, *Marschgegenden.*

Wird ein Bezirk vor dem Flufsufer längs einer Insel vom Strome mittelst Pflanzungen von Weiden, von Weidenverzäunungen oder Bauwerken gewonnen, und nutz-

bar gemacht: so heifst das, eine *Anhängerung.* Am Rhein nennt man sie Warthen oder Waarden, an der Elbe Werther oder Werder.

§. 25. Jetzt will ich noch einige beym Flufsbau vorkommende Verrichtungen und einige Bauwerke bezeichnen. Zu wissenschaftlicher Ausübung der Flufsbaukunde werden auf den gewählten Abständen *Wasser-Merkpfähle* oder *Pegel* gesetzt, die man in Zolle eintheilt und zwar vom niedrigsten Wasserstande des Stromes aufwärts gerechnet. Das Wort Pegel kömmt aus dem Holländischen, denn man nennt dort den Pegel, *Peil.*

Zu den einfachen Geschwindigkeits-Messungen bedient man sich einer hohlen aus Messingblech verfertigten Kugel, die ich die *Hydrometrische-Kugel* heifse.

§. 26. Die Flufsbauwerke haben gewöhnlich fünferley Benennungen und Zwecke. Gehen sie längs dem Ufer hin, um dieses gegen Abbruch zu decken, so heifsen sie im allgemeinen *Uferbauwerke.* Werden diese aber von Faschinen aufgeführt, dann nennt man sie auch wohl zum Unterschiede, *Bleswerke.*

Ist der Fufs des Ufers gesichert, entweder durch ein Uferbauwerk oder von der Natur und kein eigentlicher Grundabbruch vorhanden, sondern nur eine Uferabschälung vom hohen Wasserstande verursacht: so heifst derjenige Bau, womit das Ufer gedeckt wird, ein *Böschungswerk* oder ein *Deckwerk.* Besteht dasselbe aus Buschholz und Wippen oder Verzäunungen: so nennt man es eine Berauhwehrung oder eine Buschdecke. Wird es a) von blofsen Steinen oder b) von Holzfächern, mit Steinen gefüllt, oder c) aus auf Balkenfachwerke genagelte Planken gemacht: so heifst es im ersten Fall eine Steindecke; im zweyten Steinkiste und im dritten eine Holzdecke.

Kribben sind solche Bauwerke, die vom Ufer abgehen und in den Flufs selbst hineingebauet werden. Liegen sie senkrecht auf die Richtung des Stromstriches: so nenne ich sie Perpendiculaire-Kribben; machen sie aber mit dem Stromstrich einen stumpfen Winkel, so heifsen sie Declinante- oder Schiefe-Kribben. Wird an diesen Werken ein zweytes Werk gelegt: so heifst das Ganze (⌈‾ oder /‾) eine Flügelkribbe. Legt man aber an dieselben einen solchen Flügel an, welcher sich wieder an das Ufer e d anschliefst: so nenne ich diesen in c d ($_e\overset{c}{\triangle}_d$) eine Fangkribbe, weil er das Flufsmaterial, als Schlick, Kies u. dergl. in den Raum e d c auffängt, also Vorland bewirkt. Das ganze Werk e c d heifst aber ein Doppelwerk. Legt man dasselbe in einem Bogen, so mag es ein Bogenwerk heifsen.

Wird mittelst eines Bauwerkes ein Flufsarm zugebauet oder gesperret: so heifst das Werk, womit man die Sperrung bewerkstelligt, eine Zukribbung oder Enclavirung.

Soll mittelst eines Bauwerkes in einem oder dem andern Flufsarm oder in einem Durchstiche eine gröfsere Wassermenge eingeleitet oder eingeschöpft werden: so wird an die obere Inselspitze eine Kribbe gegen den Strom aufgeführt, wie denn T. u. V. Tab. XXII. eine solche ist; und diese heifst dann ein Schöpfwerk. Trennt dieses zwey Flüsse: so nennt man es auch ein Separationswerk A. Tab. XXIII.

Da ich hier auf örtliche Benennungen nicht Rücksicht nehmen kann; so übergehe ich alle übrigen, die hier und dort solchen Werken gegeben werden. So heiſst z. B. eine Kribbe im Oestreichischen und am Oberrhein, eine Sporn; an der untern Elbe ein Stackwerk; an der obern Elbe eine Buhne; an der Weser ein Schlenge.

Fluſsbauwerke, welche von eingeworfenen Steinen aufgeführt werden, heiſsen Steinwerke. Bestehen sie aus Fächern von Balken zusammengefügt oder aus eingerammten Pfählen, so kann man sie Steinkisten nennen. In einigen Fluſsgegenden werden diese Werke sowohl als die Kribben, Sporne genannt. In Holland heissen solche an den Fluſsmündungen oder dem Seeufer liegende in den Strom oder das Meer tretende Bauwerke, *Hoofden*, und ich nenne sie *Höfter*.

Einige der wissenschaftlichen Bezeichnungen werden in der Folge erklärt, die ich also hier umgehe.

ERSTER ABSCHNITT DER FLUSSBAUKUNDE.

ERSTES KAPITEL.

VON DER NATUR DER FLIESSENDEN GEWAESSER ODER VON DER NATUR DER FLUESSE UND VON DEN DARAUS HERGELEITETEN GRUND- UND LEHRSAETZEN DES FLUSSBAUES.

1.) *Von der Natur der Flüsse in denen keine Fluth statt findet.*

§. 27.

Wenn nicht geläugnet werden kann, dafs die Kenntnifs von der Natur der fliessenden Gewässr alle Vorschläge zur bessern Leitung der Flüsse, zur Erhaltung der Ufer und zur Anlage der Dämme u. s. w. begründet, so ist der wichtige Einflufs, den sie im Gebiete der Wasserbaukunde ausübt, nicht zu verkennen. Kein Wunder daher, wenn sich mit ihr viele Gelehrte beschäftigten, und über die Geschwindigkeit des fliefsenden Wassers Theorien aufstellten. Wer indessen alle die in den folgenden §§. erklärten Ursachen, welche die Bewegung des Stromes hervorbringen, beschleunigen oder schwächen, übersieht, der wird eingestehen müssen, dafs die sublimsten Theorien nicht hinreichen, um aus dem Abhange oder auch aus der Neigung und den Tiefen, die Geschwindigkeit und umgekehrt, aus dieser die Neigung und den Abhang zu berechnen; eine Voraussetzung, die ich in der Folge zu beweisen hoffe. Die Gelehrten würden indessen die über die Bewegung der fliefsenden Gewässer aufgestellten Theorien, der Natur, d. i., den Wirkungen selbst mehr angepafst haben, wenn sie hydrometrische Geschwindigkeitsmessungen angestellt hätten. Sie würden alsdann, wie viele unter ihnen gethan, den Strom *nicht* als eine solche fliessende Wassermasse, die aus Gefäfsen oder die über ein Hindernifs (Wehr) stürzt, und in ihrem Laufe keine Störungen erfährt, deren doch bey unsern Flüssen viele angetroffen werden, betrachtet haben; ja, sie würden sich nicht schämen einzugestehen, dafs uns nur die hydrometrischen Messungen über die wesentlichsten Eigenschaften der Flüsse, welche die zur Ausfühung anzuempfehlende Vorschläge begründen, aufklären können.

Die Aufstellung der vorzüglichsten Grund- und Lehrsätze der Hydraulik und Hydrodynamik sind allerdings solchen Schwierigkeiten unterworfen, die nur eine aus vielen Beobachtungen und Messungen entstandene vertraute Bekanntschaft mit der Natur der Flüsse, zum Theil, besiegen kann; Schwierigkeiten die bereits Galileo eingestand, indem er sagte: „dafs es ihm weit leichter gewesen, die Bewegung des Weltsistems, als die unter seinen Augen vorgehende Bewegung der fliefsenden Gewässer zu ergründen." Doch wir kommen jetzt auf den Gegenstand unserer Untersuchung selbst.

§. 28. Da die Eigenschaft des Wassers einen Einflufs auf seine Bewegung oder auf die Geschwindigkeit des Stromes hat, so will ich darüber, insofern sie diesen Einflufs ausübt, einiges anführen. Diejenige Eigenschaft, womit die Bewegung des Wassers verzögert oder geschwächt wird, ist die *Klebrigkeit* oder *Cohäsion* der Wassertheile unter sich, mittelst welcher ihre Anhänglichkeit oder *Adhäsion* an andere Körper, also auch an die Ufer und das Flufsbett entsteht. Die Cohäsion oder Cohärenz des Wassers ist nämlich diejenige Kraft, womit die Wassertheile untereinander zusammenhängen. Die Adhäsion ist hingegen die Kraft, womit sich das Wasser an einen andern Körper anhängt. Die letztere könnte nicht statt finden, wenn die erstere nicht bestände! Man hat die Adhäsion des Wassers auch die Anziehende-Kraft des Wassers genannt, welche aber besser durch die *Anhaltende-Kraft* ausgedrückt wird. Ueber dieselbe sind einige Versuche angestellt, welche beweisen, dafs ein Pfund Kraft erforderlich ist, um eine Fläche, von der Gröfse eines Quadratschuhes, von dem Wasser loszureissen. Je reiner und leichter nun das Wasser ist, desto geringer wird dessen Cohäsions- und Adhäsionskraft seyn. Je nachdem also der Strom thonigtes oder erdigtes Material führt, und die Ufer so wie das Flufsbett aus diesen Stoffen bestehen, desto stärker wird die Adhäsion des Wassers. Indem die Aufsteigung des Wassers in porösen Körpern, welche davon durchdrungen werden, eine Einsaugung ist, so kann das Gesetz der Haarröhrchen, das Phänomen erklären, welches darin besteht, dafs die Aufsteigung oder Einsaugung des Wassers in die Uferlande über das Niveau oder der Oberfläche des Stromes hinaufgeht. Die Cohäsion des Wassers äufsert sich schon, wenn man ein Glas dergestalt voll Wasser giefst, dafs es über dessen Rand hervorsteht, ohne über zulaufen, folglich eine erhabene Oberfläche bildet. Ehemahls hat man dieselbe mit der *Reibung* verwechselt, welche von dem Wasser nicht entstehen kann, da es alle Formen annimmt, und dieselbe nur von der absoluten Unebenheit der sich berührenden Körper erfolgt. Darunter sollte man also in der Physik nicht die Anhänglichkeit oder Adhäsion flüfsiger Massen an andere Körper verstehen, wie noch in einigen kürzlich erschienenen Lehrbüchern der Naturlehre vorgetragen ist.

Die Klebrigkeit des Wassers ist vorzüglich sichtbar, wenn sich ein von Regengüssen angeschwollener Nebenflufs in einen Hauptflufs ergiefst. Da kann man noch weit unter der Mündung das Wasser des erstern von dem Wasser des letztern, an

der Farbe, unterscheiden. So unterscheidet man das Maynwasser von dem Rheinwasser noch einige Stunden unter Maynz. Diese Erscheinung tritt unter allen Himmelsstrichen ein; so nimmt die Tiber drey Italiänische Meilen oberhalb Rom die Treverone auf und das Wasser eines jeden Flusses fliefst für sich abgesondert. Bey Passau in Baiern fliefst das Wasser des Inns mit dem der Donau in einem Bette und dennoch abgesondert bis eine halbe Stunde unter der Vereinigung beyder Flüsse. Man unterscheidet hier sehr deutlich das Wasser jedes Flusses an der Farbe.

Der Missouri behält seine weifse Farbe in dem Missisipi, und theilt sie diesem endlich weit unter der Mündung mit. Der Missisippi behält seinen süfsen Geschmack eine starke Meile in das Meer hinein. In den Amazonenflufs ergiefst der Rio-Negro sein schwarzes Wasser, das sich erst nach einem Wege von 15 Seemeilen mit dem weifslichen Wasser des Amazonenflusses vermischt *). Die Arve ergiefst sich in die Rhone und bleibt nicht weit vom Ufer derselben abgesondert, ohne die schöne Farbe und Durchsichtigkeit des Rhonewassers zu trüben **).

Die Cohäsion des Wassers ist die Ursache, dafs jeder auf Wasser angewandte Druck, dergestalt in die Wassermasse fortgepflanzt wird, dafs alle seine Theile, wenn es im Gleichgewicht bleibt, einerley Druck leiden. Diese Eigenschaft flüssiger Massen, den Druck fortzupflanzen, haben auch Euler und d'Alembert angenommen, und sollte wohl eine Fortpflanzung des Druckes existiren können, wann das Wasser der Cohäsion beraubt würde? Euler drückt sich folgender Maassen aus: „Ex hoc Phänomeno (aus der besagten Eigenschaft, den Druck fortzupflanzen) collegimus naturam fluidorum aptissime in ea proprietate collocari, quod quaelibet pressio iis applicata per totam eorum massam ita diffundatur, ut omnes eorum partes eandem sentiant pressionem, quatenus scilicet fluidum in aequilibrio persistat." Indem die Cohäsion die Summe der Geschwindigkeit oder die Summe der Bewegung schwächt oder verringert, bringt sie doch, vermöge der Impulsion in den Wassertheilen, daselbst Bewegung im Wasser hervor, wo keine ohne ihre Kraft existiren würde. *a*) Weil vermöge der Cohäsion, die Bewegung der obern Wasserschichten in die untern übergeht, so bewirkt sie eine solche gleichförmige Bewegung, die keine merkliche Abstufung in der Neigung der Oberfläche und in der Geschwindigkeit zuläfst. *b*) Finden sich aber gewaltsame Aufstauungen im Flusse, als Wehre, Erhöhungen des Bettes u. d. gl., nun so wechselt auch die Geschwindigkeit merklich ab: so ist z. B. die Geschwindigkeit oberhalb des erhöheten Bettes in der Mündung des mittlern Stromarmes bey Honneff (Tab. 4.) von Y nach L = 4,7 Fufs in der Secunde; weiter Stromauf zwischen x und y aber nur 3,28 Fufs. So wie nun das Bett unter L fällt, vermehrt sich die Geschwindigkeit und sie ist 7,1 Fufs. Sie nimmt nachher allmählig ab, und bleibt gegen

*) Condamine Mem. de l'Academie année 1745. p. 448 — 455.

**) Bernhards neue Grundlehren der Hydraulik, übersetzt von Langsdorf Seite 368.

Dollendorf nur 4,47 Fufs. c) Oberhalb eines Wehres könnte in dem untern Wasser, welches unter der Oberfläche des Wehres steht, gar keine Bewegung erfolgen, wenn es von dem obern Wasser, vermöge der Klebrigkeit, nicht mit fortgezogen würde. Davon aber, dafs das unter der Oberfläche des Wehres liegende Wasser wirklich fliefst, kann man sich mit der herabgelassenen hydrometrischen Kugel überzeugen. Die Cohäsion bewirkt also in gewissen Fällen und im Allgemeinen in dem obern Wasser Retardation und in dem untern Bewegung.

Nirgends habe ich indessen die Kraft der Cohäsion stärker gesehen, als in der Stromenge unter Bingen, und in dem Zuschlusse des Rheins, die ich oberhalb dem Dorfe Honnef (Tab. 4.) ausgeführt habe. An beyden Seiten dieser Enclavierung stand das Wasser, vermöge der Adhäsion, einen Schuh höher als in der Mitte, und die Geschwindigkeit des durchströmenden Volumens betrug 11 Schuh in der Secunde. Kann man aber wohl die Adhäsion, bey dieser Rapidität, der Tiefe des Bettes zuschreiben, ist sie nicht vielmehr der Zusammenziehung des tobenden Strahles beyzumessen? Ja! ich bin vollkommen durch Beobachtungen überzeugt worden, dafs im offenen Strome, wenn seine Bahn sehr verengt ist; dafs in künstlichen Oeffnungen, als Schleusen, Durchlafswehren, Mühlgerinnen u. d. g. eine Contraction des Wassers statt hat. Wer daran zweifelt, der gehe hin und sehe die Natur wirken.

Unsere Leser werden bereits aus derjenigen Kraft, welche die obern Wasser auf die untern, vermöge der Klebrigkeit ausüben, geschlossen haben, dafs diese Eigenschaft des Wassers bey dem Laufe der Flüsse, äufserst wohlthätig für das menschliche Geschlecht seyn müsse, Denn, ist es nicht einleuchtend, dafs das obere Wasser, wenn man es dieser Eigenschaft beraubte, über das untere hinweggleiten würde; müfsten sodann nicht die Flufsbetten, wenn sie je Unebenheiten gehabt hatten, längstens mit Material ausgeebnet seyn? So klar diefs auch dem gesunden Menschenverstande ist, so haben doch noch neuere Schriftsteller das Gegentheil vorgetragen.

Die Klebrigkeit des Wassers ist aber nicht allein in Rücksicht der Tiefe von wesentlicher Einwirkung auf die Bewegung der Flüsse, sondern auch in Hinsicht der Lage und Gestalt der Flufsbahn. Sie erzeugt z. B. in einer engen Bahn, die sich unten erweitert, eine Beschleunigung in der Bewegung, weil der untere Strom den obern fortzieht. Ueber einen stark abhängigen Boden fliefst daher auch der Strom bey gleicher Neigung in der Oberfläche stärker, als wenn der Boden nicht so abhängig wäre, denn das untere Wasser beschleunigt das obere zugleich. In Canälen wird endlich dem untern Wasser nur lediglich von dem obern, vermöge der Cohäsion, Bewegung ertheilt. So urtheilte auch Guglielmini *). Bernhard setzte aber diese Stelle mit unter diejenigen Irrthümer, die er dem Guglielmini aufbürdet. Langsdorf hat aber dem erstern in der Vorrede der Uebersetzung S. 38. treflich geantwortet.

*) Er sagt: La velocità de essa é ne' canali orizontali anche della viscosità che si trova fra le parti dell' acqua. Nouova Racc. voll. II. pag. 74. Lecchi l. c. p. 206. ist auch dieser Meinung.

Aus allem folgt nun, wir wiederholen es: daſs die Summe der Bewegung von der Klebrigkeit des Wassers verringert wird, dieselbe also als ein Hinderniſs der Bewegung im Allgemeinen zu betrachten sey; aber auch eine wirkende Ursache wird, welche solchen Wasserschichten Bewegung ertheilt, die ohne sie stillstehendes Wasser bilden müſsten. Wenn jedoch die Wassertheile nicht zusammen hiengen, so würden die obern Wasser über die untern mit ihrer ungestörten Geschwindigkeit flieſsen; müſsten alsdann aber nicht manche Flüsse mit ungeheurer Schnelligkeit strömen? Würden sie nicht schnell anwachsen und eben so schnell abflieſsen; müſsten nicht alsdann alle Untiefen ausgefüllt, die Fluſsbetten dergestalt erhöhet seyn, daſs die Fluſsgegenden längstens in Seen und Moräste verwandelt wären? Welches Ufer könnte wohl solchen schnellen Strömen, deren oberes Wasser über das untere wegglitte, widerstehen? Wer daher die Einwirkung der Klebrigkeit auf den Lauf der Flüsse nicht anerkennen will, der muſs ein neues Schöpfungssystem erdenken; wir wünschen ihm Glück dazu!

§. 29. Die aus der Cohaesion entstehende Adhaesion des Wassers an den Ufern bringt eine wohlthätige Wirkung hervor, indem sie die Bewegung der Strommasse längs den Ufern verzögert. Ferner wirkt der Widerstand, den der Boden und die Ufer dem strömenden Wasser entgegensetzen, mittelst der Klebrigkeit des Wassers, auf die Bewegung der Strommasse, und vermindert ihre Geschwindigkeit. Vermöge der Cohaesion des Wassers kann der Hauptstromstrich das seitwärts demselben flieſsende Wasser an sich schlürfen, mithin die Stromfäden von den Ufern abziehen, wodurch der Angriff des Stromes auf diese Ufer geschwächt wird. Hieraus geht demnach hervor: daſs sich der Widerstand, den die Ufer und das Bett dem Strome entgegenstellen, in zweyen Querschnitten, nicht so verhalten könne, wie die Gröſse des Umfangs der Profile und die Quadrate der Geschwindigkeiten, welches doch mehrere Schriftsteller lehren.

Die Cohaesion des Wassers verdient also die Aufmerksamkeit der Naturforscher in einem hohen Grade, und wir laden sie zu neuen Versuchen über die Natur des Wassers ein. Sollte diese Eigenschaft nicht auch die vorzüglichste Ursache seyn, welche das Verdünsten des Wassers mäſsigt? Auſserdem, daſs auch der Wind die Geschwindigkeit des Stromes vermehrt, wird auch die Cohäsion von der Temperatur der Luft geschwächt, also wächst auch die Geschwindigkeit, je flüssiger das Wasser ist. Das heiſst, die Wärme, welche die Flüssigkeit des Wassers befördert, muſs die Geschwindigkeit vermehren, sonach als eine Ursache der Beschleunigung des Laufs der Flüsse seyn. Es muſs daher das Wasser schneller in warmen Climaten als in kalten flieſsen *).

Mit der Verringerung der Cohäsion, oder mit der gröſsern Flüssigkeit des Wassers ist auch eine schwächere Adhäsion dieses Wassers an den Wänden und dem Bette des Flusses vereinigt, mithin — auch in dieser Hinsicht — ein Hinderniſs der Bewegung, welches denn die Adhäsion ist, geschwächt; folglich die Bewegung selbst befördert.

*) Ueber die schnellere Bewegung des warmen Wassers vor dem kalten haben *Gerstner* und *Gilbert*, der letztere in seinen Annalen V. 2. S. 160, interessante Versuche mitgetheilt.

§. 30. Auch der umstand, wenn das wasser mit material aller art geschwängert ist, wird die Adhäsion vermehren. Indessen mufs sie, wenn sie als Hindernifs der Bewegung wirken soll, stäts die Cohäsion übertreffen, weil diese sonst das wasser mit fortreissen würde, ohne ihm eine Adhäsion zu gestatten. Also hat auch bey dieser die Temperatur einen Einflufs. Endlich ist auch die Adhäsion des wassers an der Luft, welche in der Oberfläche des stromes wirksam ist, ziemlich bedeutend, denn die Geschwindigkeit ist jederzeit an der Oberfläche geringer, als ein paar schuh darunter, welches alle nachfolgende Geschwindigkeitsmessungen beweisen. In diesem Betracht wird derjenige wind, welcher gegen den strom bläfst, ein nicht unbedeutendes Hindernifs der Bewegung des fliefsenden wassers.

§. 31. Wenn man sich einen Flufs der zweyten Art s. §. d. i. einen Canal, der ein horizontalliegendes Bett hat, gedenkt, so kann darin die wassermasse auf zweyerley weise eine Bewegung erhalten, und diese Bewegung kann auch fortdauern.

a) Am Ende der stillstehenden wassermasse soll ein Schütz über einem Fall des Bettes, d. i. am Ende des Canals, bestehen, wird dies gezogen, so werden die der Schützöffnung zunächststehenden Querschnitte in Bewegung kommen, wenn gleich noch die davon entferntesten unbeweglich und mit ihrer Oberfläche horizontal stehen, wie zur Zeit, als die Oeffnung verschlossen war. Sonach wird die Bewegung der gesammten wassermasse, worin vermöge ihres Drucks nach und nach eine Bewegung erfolgt und von der an dem einen Ende des Canals zuerst statt habenden Bewegung des wassers, bereits erfolgt seyn, ehe die ganze Oberfläche eine Neigung hat. Nun haben wir vorausgesetzt, dafs das Bett horizontal sey; folglich ist es evident, dafs bey den fliessenden Gewässern nicht unbedingt der Abhang des Bettes noch die Neigung, welche hier nur Folge ist, die Ursachen der Bewegung seyen, wenn beyde gleich zur Beschleunigung der Bewegung, je nach ihrer Gröfse beytragen.

b) In einem horizontalen Canal kann auch eine stillstehende wassermasse in Bewegung gesetzt werden, wenn von der einen seite eine neue wassermasse eintritt, und nach der andern seite die Oberfläche des Canals mit einem andern wasser z. B. mit einem Teich in einer Horizontal-Ebne stand. Hier werden also die obern Querschnitte auf die zunächst stehenden, vermöge der Flüssigkeit und Cohäsion des wassers, einen Druck ausüben, der die Ursache der Bewegung der übrigen Querschnitte, von welchen immer einer den andern vorwärts schiebt, ist. Soll also vermittelst dieses Druckes der Profile auf einander, der zu den Grundursachen der Bewegung des wassers zu zählen ist, in dem Canal eine fortdauernde Bewegung erhalten werden, so mufs derjenige Querschnitt, von dem die Bewegung ausgeht, stets eine gröfsere wassermenge durchlassen, als die darauf folgenden Querschnitte, d. i. es mufs in Canälen oder in Flüssen der 2ten Art stets eine gröfsere wassermenge zufliefsen, als abfliefst. Bey diesem Fall ist also die Neigung des stromes auch eine Folge, folglich keine Ursache der Bewegung. Dieser Fall, wobey die Queerschnitte eines Flusses, von denen die Bewegung ausgeht,

eine gröſsere Wassermenge, als die demselben zunächst sind, liefern, ist aber in der Natur nicht permanent, und selbst bey den Flüssen der 3ten Art d. i. bey Ebb- und Fluthströmen nur periodisch; bey den Flüssen der 1ten Art d. i. bey den auf unserer Erdoberfläche stets nach einerley Hauptrichtung flieſsenden Gewässer der niedrigen Fluſsufer wegen, unmöglich. Diese Flüsse müssen also einen generellen Abhang haben. Bey ihnen ist demnach nicht der Druck des Wassers die Grundursache der Bewegung, sondern der generelle Abhang des Bettes und die Neigung; wiewohl der Druck des Wassers beym Anschwellen der obern Strombezirke die Geschwindigkeit des Stromes merklich vermehrt. Ja bey ihnen ist, auſser bey schnellen Anschwellungen in den obern Fluſsbezirken, der Fall permanent: daſs die untern Fluſsbezirke eine gröſsere Wassermenge führen als die obern, wodurch also der Druck der Profile auf einander gänzlich aufgehoben ist.

§. 32. Wenn indessen das Bett eines Flusses der ersten Art, auf seiner ganzen Länge, keinen Fall hätte, so würde bey dem Umstande, wenn die Ufer so hoch wären, daſs die Wassermasse dergestalt in den obern Fluſsgegenden steigen könnte, daſs die Oberfläche des Wassers eine Neigung erhielte, die Bewegung des Wassers erfolgen und solange fortdauern, als die obern Gewässer solche Wassermasse liefert, die vermögend wäre, diese Neigung hervorzubringen. In diesem Fall ist also die Neigung des Stromes die Ursache der Bewegung in den obern Wasserschichten der Profile; die Cohäsion und der Druck des Wassers aber in den untern. Das Fluſsbett kann daher steigen, der Strom aber dennoch in Bewegung seyn und eine Neigung haben! In einzelnen Fluſsbezirken treffen wir dieses häufig an, wie die in diesem Werke befindlichen Messungen beweisen.

§. 33. Bey solchen Flüssen, in denen die Fluth aufwallt, d. i. bey den Flüssen der 3ten Art sehen wir, daſs die Oberfläche des Fluthstromes, d. i. des rückwallenden Stromes sowohl als der Boden des Flusses steigt; ein äuſserst wichtiges Phönomen, auf das ich weiter unten kommen werde, weil ich hier zuerst die Natur der Flüsse der ersten Art betrachten muſs.

Also sind weder der Abhang noch die Neigung allein die Grundursachen der Bewegung, sondern auch der Druck des Wassers oder des einen Profiles auf das ihm zunächst seyende. Bey allen Flüssen, die zuweilen mit einem hydraulischen Beharrungsstande (§. 31.) flieſsen — dieſs sind die Flüsse unserer Erdoberfläche — ist ein genereller Abhang durchaus nothwendig, weil der Druck der Profile während des Beharrungsstandes aufgehoben ist. Zu demselben Beharrungsstande aber weder die Flüsse der 2ten noch der 3ten Art gelangen, da ihnen der Abhang fehlt, folglich bey ihnen zur Bewegung des Wassers der Druck der Profile auf einander erforderlich ist; daher stets eine gröſsere Wassermasse zu- als abflieſsen müſste, wenn unsere Flüsse keinen Abhang hätten. Der Abhang ist demnach, während der Strom im hydraulischen oder hydrometrischen Beharrungsstange flieſst, die einzige Ursache seiner Bewegung.

§. 34. Hieraus leitet sich gleichfalls der oben für die Flufsbaukunde erwähnte wichtige Satz ab: dafs, je näher der Strom dem hydraulischen Beharrungsstande kömmt, das heifst, je weniger die Wassermenge der obern Profile, die — der untern übertrift, desto geringer die Geschwindigkeit des Stromes, alles andere gleichsetzt, seyn müsse: denn der Druck der Profile auf einander wird in eben dem Verhältnisse geringer. Also ist die Geschwindigkeit des Stromes während seines hydraulischen Beharrungsstandes, bey gleichen Wasserständen, die möglichst geringste.

In so fern also unter gewissen Umständen, die wir in dem vorhergehenden §. entwickelt haben, der Druck des Wassers oder jedes obern Breitenprofils auf das nächstfolgende eine Ursache der Bewegung ist, und dieselbe bey begränzten *Ebbe-* und *Fluthströmen*, das heifst bey Flüssen der dritten Art, die einzige Ursache der Bewegung ausmacht, so wird ein und derselbe Strom, je nachdem durch Anschwellungen seine obern Profile verstärkt werden, mit einer zunehmenden Geschwindigkeit fliefsen, denn das Vermögen des Drucks mufs sich vermehren, je höher die obern Profile gegen die untern stehen, d. i. je schneller der Strom in seinen obern Bezirken anschwellt, oder welches einerley ist, jemehr sich derselbe von dem hydraulischen Beharrungsstande entfernt.

§. 35. Wenn die Wassermenge aller zwischen den Mündungen zweyer Nebenflüsse in dem Hauptflufse liegenden Profile gleich ist: so mufs in diesem Strombezirke der Druck der Profile aufgehoben und der Strom selbst in einen hydraulischen Beharrungsstand gekommen seyn. Dieses ist daher derjenige Zustand des Stromes, bey welchem der Flächenraum aller möglichen Queerprofile mit ihrer mittleren Geschwindigheit im umgekehrten Verhältnisse steht; denn die Gröfse oder der Flächenraum eines Stromprofils in Quadratschuhen berechnet, mit der mittlern Geschwindigkeit, die der Strom in jedem Profil hat, vervielfältigt, giebt die Wassermenge, die der Strom in dem in der Berechnung angenommenen Zeitraume, wozu ich immer eine Secunde annehme, führt. Diese Wassermenge ist hier nach unserer Voraussetzung, d. i. während des hydraulischen Beharrungsstandes des Stromes, in allen Profilen gleich, folglich auch das obige Verhältnifs erwiesen.

Sind demnach die Wassermengen der Profile ungleich, d. i. wenn eine gröfsere Wassermenge zuströmt als abfliefst, so ist der Strom auch nicht im Beharrungsstande.

Da ferner der Flächeninhalt des Stromes-Breitenprofils berechnet wird, indem man die darin gefundene mittlere Tiefe mit dessen Breite multiplizirt, so müssen sich auch in dieser Beziehung, während der Strom im Beharrungsstande ist, bey den Profilen, die Producte aus der mittleren Tiefe mit der Breite umgekehrt wie die Geschwindigkeit verhalten.

Wollte man also die Geschwindigkeit in einer Stromstrecke vermehren, so müfste die Breite oder die Tiefe oder beydes zugleich verringert werden. Sollte sie verringert werden, so müfste man umgekehrt die Breite oder Tiefe vergröfsern.

Dieser von dem Verhältnifse der Profile und Geschwindigkeiten handelnde Lehrsatz gehört zu den wichtigsten Lehrsätzen der Flufsbaukunde.

§. 36. Aus dem Inhalte des vorhergehenden §. läfst sich also beweisen, dafs in den engsten Stellen der Flüsse die gröfste mittlere Tiefe statt haben müsse, nämlich daselbst, wo das Material einer Austiefung fähig ist, d. h. da, wo die Geschwindigkeit so grofs ist, dafs der Strom dergestalt auf den Boden des Flusses wirken kann, um kräftig genug zu seyn, denselben zu vertiefen, sobald die Flufsbahn durch Bauwerke geschmälert wurde; denn es könnte auch der Fall eintreten, dafs der Strom in dem aus zu grofsen Material oder Felsen bestehenden Bette keine Vertiefung bewirken könne. Dabey mufs also die Geschwindigkeit dergestalt zunehmen, bis das im vorigen §. angezeigte Verhältnifs eintritt; wo diefs nicht erfolgt, wird sich die Oberfläche des Stromes erheben. Es ist sonach klar, dafs die Schmälerung der Profile, da wo der Boden den Geschwindigkeiten oder dem Angriff des Stromes weicht, bis zu derjenigen Breite des Flusses die er in regulären Bahnen hat, unternommen werden könne, ohne den Strom selbst aufzustauen, d. i. ohne dessen Abflufs zu schwächen.

Brunings sagt in einer Abhandlung über die Verbesserung des Y's*) §. 4. „Die Regel, dafs die gröfsten Tiefen in den engsten Stellen eines Flusses gefunden werden, ist so allgemein, dafs ich mich nicht zu erinnern weifs, ein derselben widersprechendes Beyspiel je gesehen oder gelesen zu haben", und Zanotti**) ist vielleicht der einzige, welcher die gröfsten Tiefen in den engsten Profilen nicht für nothwendig hält, um das obere Wasser frey durch zu lassen, indem er meinte, dafs, wenn die Tiefe einmahl von dem Strome regulirt ist, alsdann das in diesen tiefen Stellen stehende Wasser, nur zur Sicherung des Bodens diene, und also eine fernere Abnahme desselben verhindere***). Doch wer sieht nicht, dafs diese Voraussetzung so lange ganz willkührlich ist, bis man durch Versuche gezeigt hat: eines Theils, dafs das Wasser in den tiefsten Stellen stillstehe, und dafs zweytens die Geschwindigheit in dem übrigen Theile des Queerschnittes so viel gröfser als die Geschwindigkeit in den weitern Profilen sey, und zwar um so viel, damit die nähmliche Wasserenge abgeführt werde. Wo aber sind die Versuche, die dieses beweisen, angestellt?" Da in der Folge (so viel als möglich) die Ursachen erklärt werden sollen, warum der Rhein, soweit ich ihn in Rücksicht seiner Bahn, seiner Geschwindigkeit im Stromstriche, seiner Neigung und seines Abhanges untersucht habe, so und nicht anders in seinem Bette fliefst, so kehren wir zu der Betrachtung über den Beharrungsstand zurück.

§. 37. In so ferne nun bey demselben die Wassermenge, welche in jeglicher Secunde abfliefst, zwischen zweyen Nebenflüssen, immer dieselbe bleibt (die Ausdünstung-

*) Verhandeling door de hollandsche Maatschappye. XXIV. Deel.

**) In seiner Raggionamento sopra la disposizione dell' alveo de' Fiumi.

***) Zanotti glaubte also auch wie Bossut, dafs das Wasser über Wasser hingleite.

abgerechnet); so mufs derjenige Theil des Stromes, von dem man sagt, dafs er im Beharrungsstande sey, weder steigen noch fallen. Es ist also bey dem Beharrungsstande die mittlere Geschwindigkeit in allen möglichen Queerschnitten die geringste, bey einer und derselben Höhe des Stromes. Das heifst, wenn der Strom bey 4 Fufs Pegelhöhe in Beharrungsstand gekommen ist, so mufs dabey die mittlere Geschwindigkeit geringer seyn, als alle möglichen mittlern Geschwindigkeiten bey 4 Fufs Pegelhöhe, während des Steigens und Fallens des Flusses. Und die mittlere Geschwindigkeit wird also, bey gleichen Wasserhöhen, immer geringer werden, je nachdem sich der Strom dem Beharrungsstande nähert; das ist, je nachdem er unmerklich steigt oder fällt. So mufs dann auch, im Gegentheile, die mittlere Geschwindigkeit, bey gleichen Wasserhöhen, gröfser seyn, je nachdem die obern Profile mehr Wasser als die untern führen, d. i. je merklicher oder schneller der Strom steigt, oder welches einerley ist, je stärker die obern Queerschichten auf die nächstfolgenden drücken, und zwar vermittelst des gröfsern Volumens, welches jene gegen diese, in einer und der nähmlichen Zeit, abführen.

Wenn also die Beobachtungen an den Pegeln, die längs einem Flusse stehen, zeigen, dafs der Strom weder steigt noch fällt, so ist diefs ein sicherer Beweis, dafs er den hydraulischen Beharrungsstand erreicht hat.

Einige Nachrichten über den Beharrungstand des Rheines zwischen Cöln und Emmrich, die ich hier mittheile, zeigen, dafs der im Beharrungsstande fliefsende Strom bald oben und unten zugleich, bald dort früher als hier, und dafs er zuweilen auch wohl eher unten als oben fällt. Sie sind aus den in Holland bekannt gemachten Pegelbeobachtungen (Daaglyksche Aantekeningen van de Peilshoogtenc etc.), die mir 175 Gulden kosten, gezogen,

Tabellarische uebersicht des Beharrungsstandes im Rheine bey offenem strome. Von 1782 bis 1786.

Bey cöln.			Bey Emmrich.			
Datum.	F.	Z.	Datum.	F.	Z.	
1782. 16. bis 19. juny.	9	—	1782. 18. bis 19. Jun.	8	4	Der strom fiel an beyden orten den 20. bey cöln 1 zoll und bey Emmrich ½ zoll.
27. bis 30. juny.	8	7	27. — 30. —	7	8	Desgleichen.
1. bis 3. August.	6	5	3. bis 4. Aug.	5	4	Der strom stieg noch 24 stunden bey cöln, als er bey Emmrich fiel.
6. bis 8. —	6	6	6. — 8. —	5	2½	
8. bis 10. —	6	4	10. — 11. —	5	—	Der strom stieg bey cöln den 11. 4 zoll und 12. bey Emmrich 1 z.
1783. 19. bis 28. may.	8	—	1783. 21. bis 26. aug.	6	11	Der strom stieg bey cöln den 29. 6 zoll u. den 29. bey Emmrich 1 z.
25. bis 27. july.	7	7	27. — 28. —	6	2	Der strom stieg bey cöln den 28. 2 z. und 29. bey Emmrich 1½ z.
29. Aug. bis 1. sept.	6	7	29. — 30. —	4	11	Der strom fiel den 31. Aug. bey Emmrich 1 zoll, kam daselbst wieder den 1. bis 2. sept. bey 4 Fufs 9½ zoll in Beharrungsstand und fiel bey cöln erst am 4. sept.
25. bis 26. Nov.	12	—	26. bis 27. Nov.	11	1	Der strom fiel bey cöln den 27. 11½ zoll; bey Emmrich den 28. 9 zoll.
1784. 15. bis 18. juny.	5	10	1784. 16. bis 17. Jun.	5	4	Der strom stieg bey cöln und Emmrich zugleich.
1785. 1. bis 18. sept.	8	—	18. bis 19. sept.	7	5	Der strom fiel bey cöln am 19. ein zoll; bey Emmrich den 28. 9 zoll.
1786. 15. bis 16. juny.	5	11	1786. 15. bis 16. Jun.	4	11	Der strom fiel bey cöln und Emmrich zugleich.
10. bis 12. july.	8	6	12. — 13. Jul.	7	7	Der strom stieg bey cöln einen Tag früher, als bey Emmrich.
2. bis 3. August.	8	5	2. — 4. Aug.	7	7	

§. 38. Folgende Tabelle ist deswegen sehr lehrreich über den Zustand des Rheines und zur Kenntnifs der Natur der Flüsse, weil sie zeigt, wann der Rhein, die Waal und die übrigen Flüsse zu gleicher zeit im Beharrungsstande gewesen sind.

Wasserhöhe beym Beharrungsstande der ströme.

Datum der mittlern zeit.	Rhein.				Waal.						Rhein.				Leck.		Yssel.	
	bey *Cöln.*		*Emmrich.*		*Nymegen.*		bey *Thiel.*		*Gorckum.*		*Pannerden*		*Arnheim.*		bey *Vianen.*		*Doesburg.*	
	F.	Z.	F.	Z.	F.	Z.	F.	Z.	F.	Z.	F.	Z.	F.	Z.	F.	Z.	F.	Z.
1770. 7. Sept.	10	10	—	—	10	2½	—	—	—	—	—	—	11	—	—	—	6	11
1771. 6. März.	9	0	—	—	9	2	—	—	—	—	—	—	9	4	—	—	5	6
1772. 10. Nov.	5	0	4	4	5	0	—	—	—	—	5	3	5	3	—	—	0	10
1774. 13. July.	8	9	7	3½	8	2	—	—	—	—	8	2½	8	3	—	—	4	3
1775. 21. Juny.	9	0	7	5	8	8	—	—	—	—	8	9½	9	9	—	—	0	0
1776. 15. April.	7	7	6	9	8	0	—	—	—	—	7	6½	7	6	—	—	—	—
6. May.	8	1	7	3	—	—	—	—	—	—	7	11	7	9	—	—	—	—
1779 12. Sept.	5	5	3	11	5	1½	—	—	—	—	5	1	4	6	5	0	1	2
1782. 30. Juny.	8	7	7	8½	8	9	—	—	—	—	7	5	6	10	6	9	4	6
1783. 22. May.	8	0	6	11	8	1½	—	—	1	2	7	6	6	9	6	7½	4	0
1793. 22. May.	9	2	8	1	9	6	—	—	2	2	9	0	7	2	7	2½	4	7

§. 39. Wenn gleich beym Beharrungsstande des stromes die Geschwindigkeit die geringste, in Hinsicht des wasserstandes, ist, so ist doch dabey die Neigung des stromes nicht so geringe, als wenn der strom oberhalb früher fällt wie unten.

§. 40. Nachdem nun gezeigt worden ist, daſs der Beharrungsstand der Flüsse bey verschiedenen wasserhöhen eintreten kann; so wird es jetzt nöthig seyn zu untersuchen, warum derselbe stets bey dem niedrigsten wasserstande eintreten müsse.

Es ist nämlich bekannt, daſs die natürlichen Anschwellungen aller ströme von anhaltendem Regen- oder von schnee-wasser (Eisstopfungen, see-stürme, und Anschwellungen vom heftigen winde verursacht, also ungewöhnliche Anschwellungen, bey seite gesetzt) herrühren. Wenn also alle Nebenflüsse und Bäche, die einen Hauptfluſs speisen, äuſserst wenig wasser bringen; wann dieser selbst ungewöhnlich seicht ist, wie z. B. der Rhein im März 1797 war; so wird, zwischen zweyen Nebenflüssen nicht mehr wasser zuflieſsen können, als abflieſst: die verdünstung abgerechnet, welche auch wohl in den mehresten Jahreszeiten durch den Thau ersetzt wird. Es ist folglich unter solchen umständen die wassermenge aller möglichen Profile einander gleich; mithin ist der strom im Beharrungstande. Diesen stand muſs der strom also eher erreichen, wenn er niedrig als wenn er hoch steht. Und der Fluſs, worin sich wenig Nebenflüsse ergieſsen, wird weit anhaltender im Beharrungsstande seyn, als ein anderer, wel-

cher sich in mehrere Aeste vertheilt, und der viele Nebenflüsse aufnimmt. So ist z. B. die Maas fast bey jeder geringen Höhe, und so lange im Beharrungsstande als im steigen und fallen, und der Rhein gelangt zu ihm weit öfterer bey geringem Wasser, als bey einem mittlern oder als bey höherem. Wenn er gar über die Ufer hinaustritt, so ist kein Beharrungsstand möglich; und es ist keiner mehr bey 13 Fuſs Emmricher Pegel in den holländischen Anzeichnungen über die Wasserstände zu finden.

Welchen Einfluſs die Nebenflüsse auf das steigen eines stromes haben, dieſs soll hier nur durch einige Beyspiele angeführt werden.

Am 1. May 1789. stand der Rhein bey Cöln	15 Fuſs	7 Zoll	
und am 2. May wurde er durch eine Sieg-Anschwellung erhöht bis - - - -	17 —	7 —	
Am 3. May stand der Rhein bey Cöln -	9 —	4 —	
Am 4. May durch eine Sieg-Anschwellung erhöhet bis - - - - - - -	15 —	3 —	
Am 17. Dec. 1790. stand der Rhein bey Cöln	10 —	11 —	
Am 20. Dec. war er durch eine Anschwellung der Sieg und Mosel gestiegen bis - -	19 —	6 —	

Ein solcher ungewöhnlich niedriger Wasserstand, wie der von 1797. kann also füglich zum Null-Puncte aller Pegel längs einem Flusse angenommen werden, und er ist bey hydrometrischen Messungen äuſserst wichtig.

Daſs der Fluſs bey ihm zum Beharrungsstande kömmt, sey uns erlaubt noch durch zwey Beyspiele zu bestätigen.

In den Jahren 1766 und 1797. standen der Rhein und die Waal bey offenem strome so niedrig, daſs man keine Nachrichten von einem seichtern stande aufzuweisen hat. Ihre Höhe war an den Pegeln.

1766.					1797.										
Datum	*Zu Arnheim.*		*Zu Nymwegen.*		Datum	*Zu Arnheim.*		Datum	*Zu Nymwegen.*		Datum	*Zu Emmrich.*			
	Fuſs.	Zoll.	Fuſs.	Zoll.		Fuſs.	Zoll.		Fuſs.	Zoll.		Fuſs.	Zoll.		
Decemb.					März.			März.			März.				
13	1	9	1	1½	22	1	9	25	4	2	22	1	½		
14	1	8	1	1	23	1	9	26	4	1	28	1	—		
15	1	9	1	1¾	24	1	9	27	4	—	24	0	11		
—	—	—	—	—	25	1	8	28	4	—	25	0	10		
—	—	—	—	—	26	1	8	29	4	—	26	0	10		
—	—	—	—	—	29	1	3	30	3	11	27	0	8		
—	—	—	—	—	30	1	3	31	3	10	28	0	7		
—	—	—	—	—	31	1	3	—	—	—	29	0	7		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	0	7		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31	0	6		

Diese uebersicht liefert den Beweis, dafs die bey den genannten städten stehenden Pegel nicht während dem niedrigsten wasserstande correspondiren, welches doch seyn sollte.

§. 41. Die Geschwindigkeit der fliefsenden Gewässer haben (wie ich bereits oben anführte, und worüber ich noch Mehreres sagen werde) mehrere Gelehrte aus der Neigung und wassertiefe berechnen wollen, wahrscheinlich werden wir aber hierüber nie zu einer mit der Natur der Flüsse übereinstimmenden Theorie gelangen. Ich will demnach einige derjenigen Messungen, welche von der Geschwindigkeit des stromes in grofsen Flüssen angestellt sind, und die diefs bestätigen, aufnehmen. Ohne Zweifel werden sie jedem Ingenieur und Naturforscher willkommene Resultate seyn.

Als ich im Grofsherzogthum Hessen von 1795 bis 1802. den wasserbau dirigirte, dieses Land gegen die Angriffe des Rheins und die Hochgewässer dieses Flusses sowohl als des Mayns, durch Bauwerke und Dämme, schützte, stellte ich unterhalb dem Dorfe Erfelden, da wo Gustav Adolph den Rhein passirte (Tab. 3.) bey verschiedenen wasserhöhen, Geschwindigkeitsmessungen, mit schwimmenden unten mit Eisen beschlagenen stäben an. Die Resultate waren diese.

Beobachtungs - Raum von 1000 rheinländ. schuhen von der Linie D G bis E F Fig. I. Tab. III. und zwar von folgenden Perpendiculairen.		19ten und 20ten July 1797. Geschwindigkeit des Rheins, aus mehreren Beobachtungen genommen. *)						
		Schwimmholz in der Oberfläche.	bis auf 4 Fufs Tiefe.	bis auf 6 Fufs Tiefe.	bis auf 9 Fufs Tiefe.	bis auf 20 Fufs Tiefe.	Tiefen (**) Fufs.	Zoll.
Bey 8 F. 5½ zoll Pegelhöhe.	von I.	3,666	3,731	3,731	3,666	3,527	24	3½
	II.	4,454	4,717	4,702	4,658	4,454	27	9½
	III.	4,211	4,762	4,762	4,762	4,211	26	5½
Bey 8 F. 3½ zoll Pegelhöhe.	IV.	3,858	4,329	4,329	4,329	3,944	28	7½
	V.	Wegen des Windes nicht gebraucht.	4,149	4.149	4,149	3,823	30	1¼
	VI.		4,102	4,098	4,098	3,712	30	7¼
Bey 8 Fufs 2 zoll Pegelhöhe	VII.	3,922	—	4,049	4,023	3,693	28	—
	VIII.	3,445	—	3,676	3,676	3,441	24	7
	IX.	—	—	5,502	3,502	3,398	23	8
	X.	3,178	—	3,268	3,268	2,981	22	1
	XI.	—	—	2,976	2,949	—	14	6
	XII.	—	—	3,632	2,632	—	12	2½

*) Von den meisten Perpendiculairen sind zwey bis drey Beobachtungen angestellt worden.

**) Die Tiefen wurden in der Linie D G (Tab. III. Fig. I.) zwischen den 12 Perpendiculairen während derselben zeit gemessen, als die Geschwindigkeit beobachtet wurde. Die punctirten Linien aus den Puncten 1. 2. 3. 4. XXII. XI. X. IX. in der Linie A B, welche den Queerschnitt E F durchschneiden, dienen zur näheren Erläuterung. In dieser stromkarte sind aber die Tiefen auf den Null - Punct des Pegels, das ist auf den niedrigsten wasserstand des Rheins reducirt.

Perpendiculairen in den Puncten.		10ten und 11ten August 1797. Mittlere Geschwindigkeit aus mehreren Beobachtungen.						
		Schwimmholz in der Oberfläche.	bis auf 1 Fuſs Tiefe.	bis auf 2 Fuſs Tiefe.	bis auf 6 Fuſs Tiefe.	bis auf 9 Fuſs Tiefe.	bis auf 11 Fuſs Tiefe.	bis auf 20 Fuſs Tiefe.
Bey 5 Fuſs 3½ zoll Pegelhöhe.	I.	3,095	3,132	3,120	3,001	3,001	3,000	2,901
	II.	3,076	3,326	3,314	3,268	3,333	3,245	—
	III.	—	—	—	3,317	—	3,174	—
Bey 5 Fuſs 3 zoll Pegelhöhe.	IV.	3,385	—	—	3,460	—	3,560	3,358
	V.	3,351	3,541	—	3,413	—	3,334	3,310
	VI.	—	—	—	3,237	—	3,154	3,125
	VII.	3,069	3,228	3,215	3,164	—	2,937	2,817
	VIII.	—	—	—	3,095	2,950	2,910	2,754
	IX.	—	—	—	2,678	—	2,570	2,460
	X.	2,349	2,689	2,662	2,431	2,338	2,309	—
	XI.	—	—	—	2,183	2,032	—	—
	XII.	—	—	—	1,967	—	—	—

§. 42. Aus diesen Beobachtungen ergiebt sich also: 1) daſs die Geschwindigkeit in der Oberfläche, da wo sie bey einer Windstille beobachtet werden konnte, beständig kleiner war, als die mittlere Geschwindigkeit bis zu einer Tiefe von neun Schuh: nähmlich bey einem Wasserstande von 8 Fuſs 2 Zoll bis 8 Fuſs 5 Zoll Pegelhöhe. Bey einem 3 Fuſs niedrigen Strome war aber die Geschwindigkeit in der Oberfläche etwas gröſser als die mittlere Geschwindigkeit aller Profile bis zu 9 Fuſs Tiefe; aber kleiner war sie immer, als die mittlere Geschwindigkeit bis zu 2 Fuſs Tiefe. Diesen Beobachtungen widersprechen also diejenigen Theoretiker, die behaupten, daſs die Geschwindigkeit genau von der Oberfläche an, abnehme. Warum die Geschwindigkeit an der Oberfläche allemahl geringer, als einige Fusse darunter, ist, dieſs erkläre ich aus dem Widerstande der Luft, den sie dem strömenden Wasser darbietet. Daſs die Adhäsion des Wassers mit der Luft zu dieser Verzögerung beyträgt, wird dadurch wahrscheinlicher, weil der Unterschied, um den das Schwimmholz langsamer als ein 6 bis 9 Schuh langer Stab (perpendiculär) schwamm, desto mehr zunahm, je schneller der Strom floſs. Es muſste sich also hier das Wasser mit einer gröſsern Geschwindigkeit von der Luft losreiſsen.

2) Im Stromstriche (wo die Geschwindigkeit am gröſsten ist) war die Geschwindigkeit an der Oberfläche nur um etwas geringer als die mittlere zu 20 Fuſs Tiefe. Ein wichtiges Resultat in Hinsicht derjenigen Geschwindigkeitsmessungen, die vom Nieder-Rheine mitgetheilt werden, weil es zeigt, daſs die dort angegebene, in der Oberfläche des Stromstriches beobachtetete Geschwindigkeit, beynahe für die mittlere der Profile gelten kann. 3) Es geben ferner diese Messungen die gröſste Geschwindigkeit einen bis vier Schuh unter der Oberfläche, welches mit den Brunningschen Messungen, die unten mitgetheilt werden sollen, ziemlich übereinstimmt. 4) Auch ist die Geschwindigkeit bey der zweyten Operation, wobey der Strom 3 Fuſs 2 Zoll niedriger stand, sehr

beträchtlich geringer geworden. Wie sich die Geschwindigkeiten in einer und der nähmlichen Perpendiculaire gegen einander verhalten, diefs ist aus der mitgetheilten Tabelle mit einem Blicke zu übersehen.

§. 43. Wegen den Messungen, die künftig von Naturforschern mit schwimmenden Stäben angestellt werden möchten, mufs noch bemerkt werden, dafs es besser seyn wird, den Beobachtungsraum nur zu 500 Fufs abzustecken. Die Stäbe bleiben auf dieser Distance in dem nähmlichen Stromfaden; denn wenn sie aus dem festliegenden Bothe nicht langsam und mit Sorgfalt gelassen werden, so schiefst der eine Stab vor dem andern vorbey, und sie trennen sich gleich anfänglich um einige Schuhe. Es konnten auch die Räume, in denen die Stäbe auseinander schwammen, ziemlich genau bemerkt werden, weil einer von den Beobachtern mit einem kleinen Nachen, in einer gewissen Entfernung, hinter den Stäben her fuhr. Dieser notirte es (nach den Nummern der Stäbe) wie die Stäbe hinter einander die Linie E F Tab. III. passirten, und theilte dann seine Bemerkung dem Beobachter, der in E auf dem Lande stand, mit.

Bey der letztern Operation nivellirte ich auch die Neigung der Oberfläche in dieser Strombahn, und die Senkung der Oberfläche von G nach D, mit dem Schröderschen Instrumente. Sie betrug auf 1000 Fufs 6 Linien.

Mit der hohlen hydrometrischen Kugel, die ich im 3. Kapitel beschreiben werde, sind noch folgende Beobachtungen, am 31. August 1797 zwischen Stockstadt und Erfelden, und auch in der Bahn Fig. I. Tab. III. bey 4 Fufs 7 Zoll Erfelder Pegel, angestellt worden. In der letztern wurde die Kugel in der IV. Perpendiculaire (im Stromstrich) 3 Schuh herunter gelassen, ihre Mitte war also 2½ Schuh unter der Oberfläche. Sie beobachtete zwischen D G und E F die Geschwindigkeit von 3,211 Fufs in der Secunde. Ein Treiber oder Stab, von 6 Fufs Länge, schwamm aber schneller, nähmlich mit 3,309 Fufs. Die Kugel und diesen Stab liefs man noch 130 Ruthen weiter schwimmen, und die Geschwindigkeit des letztern betrug 3,21 Fufs und von jener 2,57 Fufs.

Hieraus könnte man also schliefsen, dafs im Stromstriche die Abnahme der Geschwindigkeit erst auf eine beträchtliche Tiefe erfolgt, welches auch die in der Tabelle mitgetheilten Versuche zeigen.

Der zweyte Versuch mit der Kugel wurde zwischen Schmidthausen und der Mündung des Ablafsgrabens, und auch in derjenigen Bahn unter Stockstadt, wo der Boden merklich fällt, angestellt. Von dem Ende des steinernen Werkes unter N (Tab. 3.) bey Schmidthausen bis zum Ablafsgraben, legte sie, indem sie 18 Fufs tief herunter gelassen wurde, im Stromstriche, in der Secunde zurück 2,81 Schuh.
Ein 20 Schuh langer Stab - - - - - - 3,08 —
Ein 6 Schuh langer Stab - - - - - - 3,75 —

In der Oberfläche konnte die Geschwindigkeit wegen des Windes, der einige Störung verursachte, nicht gemessen werden.

Von dem Ablaſsgraben bis gegen das Ende des Werkes Nro. IV. war die Geschwindigkeit der 18 Fuſs tief herunter gelassenen Kugel 3,51.
Des 6 Fuſs langen Stabes - - - 3,19.
Des 20 Fuſs langen Stabes - - - 3,22.

Es war also die Geschwindigkeit 18 Fuſs unter der Oberfläche gröſser, als die mittlere Geschwindigkeit von der Oberfläche bis auf 6 und 20 Fuſs Tiefe, und dieses Resultat läſst sich aus dem starken Abhange des Bodens, aus der gegenüber liegenden Sandbank, welche den Strom mehr am Boden als an der Oberfläche beengte, und aus der Erweiterung der Stromrinne erklären.

§. 44. Ich will hier die Gelegenheit nehmen, die drey verschiedenen Methoden, welcher man sich bedient, die Wassermenge zu bestimmen, in Rechnung aufzustellen, wiewohl ich im 2ten Kapitel noch etwas davon sagen werde.

Erste Methode wird in nachstehender Tabelle ausgedruckt (Tab. III. Fig. I.).

Perpendiculairen.	Flächen-Inhalt des einer jeden Perpend. zugehörigen Theiles.	Mittlere Geschwindigkeit bis auf 20 Fuſs tief.	Wassermenge, welche durch einen jeden solcher Theile flieſst	Anmerkung.
I.	1691	3,527	5866	Bey einem Wasserstande von 8,25 Fuſs am Erfelder Pegel.
II.	1936	4,454	8623	
III.	1843	4,211	7760	
IV.	2006	3,944	7912	
V.	2111	3,823	8068	
VI.	2146	3,712	7966	
VII.	1971	3,693	7279	*) In der X. XI. und 12ten Perpendiculaire, ist die mittlere Geschwindigkeit auf 9 Fuſs Tiefe gemessen worden.
VIII.	1732	3,441	5960	
IX.	1668	3,398	5668	
X.	1557	2,981*)	4641	
XI.	1026	2,949	3026	
XII.	1330	2,632	3500	
	21017	42,765	76269	

Nach dieser Berechnung wäre also die mittlere Geschwindigkeit $\frac{76269}{21017} = 3,529$ und die mittlere Tiefe $= \frac{21017}{920}$ (Breite des Flusses) $= 22,84$ Fuſs.

Die zweyte Methode, welcher man sich in Holland bedient, giebt die mittlere Geschwindigkeit

$$= \frac{42,765}{12} \left(\begin{matrix}\text{Summe der Geschwindigkeiten}\\ \text{in den XII Perpendicularen}\end{matrix}\right) = 3,563 \text{ Fuſs.}$$

Und die Wassermenge $= 3,563 \cdot 21017 = 74883$ Cubik-Fuſs.

Die zur Bestimmung der Wassermenge abzweckende dritte Methode, die ich hier mitnehme, gründet sich auf folgende Betrachtungen: 1) In der Nähe flachabgehender Ufer ist, wenn der Strom nicht sehr hoch steht, selbst in einer regulairen Bahn, keine Bewegung des Wassers; dieſs war auch hier am linken Ufer bey G (Tab. III. Fig. I.)

der Fall. 2) Selbst bey steil abgehenden Ufern, trift diefs ein, wenn der Boden allmählig in den Flufs hinein abläuft. Da verursachen auch kleine Ecken Widerströme, welche die Geschwindigkeit längs dem Ufer vernichten oder doch sahwächen; und da wirkt auch die Adhäsion des Wassers an den Ufern als ein grofses Hindernifs der Bewegung. Wo also Beobachtungeu zeigen, dafs die Geschwindigkeit nahe am Ufer Null oder doch unmerklich ist, da wird man eine proportionelle Zunahme derselben vom Ufer bis zur ersten Perpendiculaire voraussetzen können, Sie wird also hier von D bis I, von Null bis 3,527 Fufs zunehmen. Will man demnach die Wassermenge in Erfahrung bringen, welche zwischen der ersten Perpendiculaire I und dem Ufer D in jeder Secunde vorüber fliefst; so mufs der Flächeninhalt, welcher der Entfernung D I und der Tiefe zugehört, mit 3,527 multiplicirt, und dann das Product halbirt werden, das ist hier: $\frac{789 \cdot 3{,}527}{2} = 1407{,}2$ Cubik-Fufs. Hierzu kommt nun die Wassermenge, welche durch I a passirt, um nachher die übrigen Wassermengen, welche zu beyden Seiten der Perpendiculairen vorbey fliefsen, berechnen zn können. Diese Wassermenge wird gefunden, wenn die mittlere Geschwindigkeit zwischen den Perpendiculairen I und II mit dem Flächeninhalt zwischen I a multiplicirt wird, dieser ist 893 Quadrat-Fufs und jene $\frac{3{,}527 + 4{,}454}{2} = 3{,}990$. Es ist demnach die Wassermenge in I a = = 893 . 3,990 = 3563 Cubik-Fufs.

Hierzu 1407, gibt 4970 Cubik-Fufs, für die Wassermenge zwischen D a, die hier der Perpendiculaire I zugehört, welche nach der ersten Methode 5866 Cubik-Fufs betrug. Mithin ist der Unterschied 896 Cubik Fufs.

Jetzt mufs auch die Wassermenge, welche zwischen β und dem linkseitigen Ufer G durchfliefst, berechnet werden.

Die mittlere Geschwindigkeit zwischen XI und XII ist

$$\frac{2{,}940 + 2{,}632}{2} = 2{,}790 \text{ Schuh.}$$

Diese multiplicirt mit dem Flächeninhalt zwischen XII und β, das ist 545□'. . 2,790 = 1554 Cubik-Fufs. Hierzu noch der Flächeninhalt des Durchschnitts zwischen G und XII = 785□' multiplicirt mit der halben Geschwindigkeit in XII = = 1,316, so erhält man 1033 Cubik-Fufs.

Die Wassermenge, die zwischen β und G in der Secunde vorüberfliefst, ist also:

1033 + 1554 = 2587 Cubik-Fufs.

Sie war nach der ersten Methode - -	3500	— —
Der Unterschied beträgt folglich - -	913	— —
Hierzu der Unterschied zwischen a D =	896	— —
Es ist also die Differenz der beyden Methoden - - - - - - -	1809	Cubik-Schuh.

Wird diese von der Wassermenge, die nach der ersten Methode erhalten wurde, abgezogen, (sie war - - - - 76269 Cubik-Schuh),

so erhält man - - - - - - - 74460 — —

Sie war nach der zweiten Methode 74883. — —

Es ist also die Differenz nur - 423. Cubik-Schuh.

Wenn die Geschwindigkeit unmittelbar in dem Queerschnitte D G gemessen worden wäre, so würde ich es anrathen, die Wassermenge nach der hier gezeigten Methode zu berechnen, wobey die Wassermenge zwischen II *a* und XI, nach der ersten Methode berechnet wird. Da diefs aber nicht geschehen ist, so mufs ein Queerschnitt aufgesucht werden, welcher zwischen denen in D G und E F der mittlere ist, und dann wird die Wassermenge nach der zweyten Methode zu berechnen seyn.

Da der untere Queerschnitt in E F = 18500□′ und der obere in D G = 21017□′ ist, so wird der mittlere Queerschnitt seyn 19738 Quadrat-Fufs. Hiermit die mittlere Geschwindigkeit aus allen 12 Versuchen (3,565 Fufs) multiplicirt, so erhält man die Wassermenge zu 70407 Cubik-Schuh. Mithin wäre die mittlere Geschwindigkeit in $D G = \frac{70407}{21017} = 3,35$ Fufs in der Secunde.

§. 45. Jetzt will ich die äufserst schätzbaren und wichtigen Messungen, welche Brunnigs mit seinem Instrumente in dem Rhein, der Yssel und der Waal 1792 und 1794 angestellt hat, mittheilen *). Da es ohne Zweifel, jedem unserer Leser angenehm seyn wird, die Einleitung dazu, von Brunings selbst zu lesen; so trage ich dieselbe aus dessen im holländischen geschriebenen Memoire, im Auszuge vor. Tab. XIII. u. XIV. zeigt das Local.

„Nicht blofs aus der Natur der Sache, sondern auch aus den gegenseitigen Acten, über die vorgegangenen Berathschlagungen zur Verbesserung der Flüsse (§. 6.) ist es bekannt, dafs eine bestimmte Kenntnifs von dem Vermögen der Flufsäste (in welchem Verhältnisse nähmlich die Nieder-Waal, der Nieder-Rhein und die Yssel in dem von dem Rheine abgeführten Wasser, sowohl bey einem hohen, mittlern als niedrigen Stande sich theilen) beständig als ein Punct von der gröfsten Wichtigkeit angesehen werden mufs, nachdem schon bey der Convention vom Jahre 1745 festgesetzt wurde, dafs das Verhältnifs nach welchem die Nieder-Waal $\frac{2}{3}$, und der Nieder-Rhein $\frac{1}{3}$, des von dem Ober-Rheine abgeführten Wassers bekommen soll, erhalten werde.

Dem ungeachtet hat man, weder vor noch nach dieser Zeit, dieses festgesetzte Verhältnifs des Vermögens der Stromäste gehörig untersucht, vielweniger es noch mit einiger physischen Gewifsheit bestimmt. Ja, der ganze Grund, worauf das damahls festgesetzte und bisher angenommene Verhältnifs beruhet, besteht blofs, wie die Herrn Committirten von Geldern in der Convention von 1745 selbst gestanden,

*) Der von Brunings erfundene Strommesser (Tab. XVIII. Fig. 14. und 15.) wird im zweyten Kapitel beschrieben. *Brunings* war, wie ohnehin die mehrsten Leser wissen werden, General-Inspector des Wasserbaues in Holland, zugleich aber der gelehrteste und geschickteste Wasserbaukundige, den Holland je gehabt hat. Er war in der Gegend von Heidelberg gebohren, also ein *Deutscher*.

in einer Untersuchung des Ingenieurs Leenen, ohne dafs man jemahls erfahren hat, auf welchen Versuchen und Beweisen sich diese Angabe stützt. Die Herrn Committirten von Holland haben sich defswegen schon lange hierüber beklagt und immer darauf gedrungen, dafs diese so äufserst wichtige Sache mit der gehörigen Kenntnifs und Vorsicht untersucht werden möge.

Die gröfste Schwierigkeit, wefswegen dieser Wunsch nicht in Erfüllung kam, bestand zuverläfsig darin, dafs man die mittlere Geschwindigkeit, mit der das Wasser durch einen Querschnitt eines Flusses strömt, nicht zu finden wufste. Denn weil die Geschwindigkeit des strömenden Flusswassers nicht allein in den verschiedenen Puncten der Breite, sondern auch in den verschiedenen Puncten der Tiefe, von der Oberfläche bis zum Boden, verschieden ist; so ist es klar, dafs man alle diese verschiedenen Geschwindigkeiten in dem Profile eines Flusses untersuchen und kennen mufs, um daraus die mittlere Geschwindigkeit, als den dritten Bestimmungsgrund zur Schätzung des Vermögens eines Flusses, anzugeben, welches man nähmlich durch die Multiplication der Breite, Tiefe und der mittlern Geschwindigkeit erhält.

Es ist zwar wahr, dafs, auf Andringen der Provinz Holland bey den andern hierbey interessirten Provinzen, dieses Vermögen der Nieder-Waal und des Pannerdenschen Canales durch die Sachverständigen Leenen, Bolstra, Veltgen und Kuik untersucht, und in einem Rapport vom 10. December 1761 angegeben ist. Da aber anstatt der mittlern Geschwindigkeit blofs die Geschwindigkeit in der Oberfläche (die sie wahrscheinlich durch schwimmende Körper suchten) in Anmerkung genommen wurde; so kann die Bestimmung keineswegs als genugthuend angesehen werden. Der Professor Lulofs, dessen gründliche Kenntnifs der Flüsse nicht zuliefs, mit einer so mangelhaften Auflösung dieser wichtigen Aufgabe zufrieden zu seyn, versuchte nachher (1762) die Geschwindigkeiten bis auf eine gewisse Tiefe unter der Oberfläche mit der Pitotschen Röhre zu messen. Aber wahrscheinlich hat ihn, eben so wie mich, die Erfahrung gelehrt, dafs dieses Werkzeug, so einfach auch die Theorie und der Gebrauch desselben ist, dennoch manche Mängel hat. Wenigstens finde ich nirgends, dafs weder durch ihn, noch durch jemand anders fernere Versuche gemacht worden sind, die mittlere Geschwindigkeit in den Mündungen der Flüsse zu entdecken, um auf diesem Wege das respective Verhältnifs zu bestimmen. Wenn aber schon damahls diese Untersuchung nothwendig war, so ist sie es jetzt noch um so viel mehr, da seitdem, durch die hierbey interessirten Provinzen, Veränderungen mit dem Laufe und Zustande der obern Flüsse vorgenommen wurden, welche einen sehr wesentlichen Einflufs in die Vertheilung des Wassers in erwähnte Flufsäste haben müssen."

„Ich ziele hiermit vorzüglich auf den Bylandschen Durchstrich, wodurch dem Ober-Rheine eine regelmäfsige Richtung nach den Mündungen der Nieder-Waal und des Pannerdenschen Canales gegeben ist, und ferner auf die neue Mündung, die dieser Canal, so wie auch die Yssel, erhalten haben."

„Aus dieser Ursache habe ich, seit einer Reihe von Jahren, fast alle meine Zeit, die mir, nach meinen Geschäften im Dienste des Landes, noch übrig blieb, darauf verwendet, mich mit dem, was über diesen Gegenstand geschrieben, oder durch wirkliche Versuche geleistet ist, bekannt zu machen. Und wie ich endlich glaubte, hiervon vollkommen unterrichtet zu seyn, so schrieb ich (1786) eine Abhandlung, zur Beantwortung einer, von dem Herrn Professor Lulofs vorgeschlagenen, und von der Holländischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Haarlem aufgegebenen Preisfrage: *über die Bestimmung der mittlern Geschwindigkeit des strömenden Wassers*, der darauf von der Gesellschaft der Preis zuerkannt wurde. Seit der Zeit habe ich mit dem von mir angegeben, und in jener Abhandlung ausführlich beschriebenen Instrumente, die Geschwindigkeiten in allen Tiefen zu messen, eine großse Anzahl Versuche in den obern Flüssen vorgenommen; eines Theils, um, durch die Erfahrung geleitet, dem Werkzeuge eine gröſsere Vollkommenheit zu geben, die es jetzt, wie ich glaube, erhalten hat; andern Theils auch, um denen bey den Flüssen angestellten Landmessern Engelmann und Conrad, durch meine Anweisung, in den Stand zu setzen, solche Messungen mit der erforderlichen Genauigkeit anstellen und berechnen zu können.

Aus dem Berichte der Landmesser, und besonders aus dem Schluſse desselben ergibt sich*):

I. Setzt man die von dem Ober-Rheine abgeführte Wassermenge = 100; so ist das Vermögen der Nieder-Waal = 68,3, und das Vermögen des Pannerdenschen Canales = 30,7, und zwar bey einem Wasserstande von 3 bis 4 Fuſs am Arnheimer Pegel. Das Verhältniſs der beyden Stromäste ist demnach nahe genug, wie 1 zu 2¼, welches also von dem oben erwähnten festgesetzten Verhältnisse von 1 zu 2 schon etwas abweicht.

Setzt man ferner die berechnete Wassermenge des unvertheilten Nieder-Rheines, oberhalb der Ysselmündung = 100; so ist das Vermögen des vertheilten Nieder-Rheines unterhalb dieser Mündung = 82,1, und das der neuen Ysselmündung = 17, also ist das Verhältniſs dieser beyden Stromäste, bey erwähnter Wasserhöhe, wie 1 zu 4,83 welches daher sehr anmerklich von dem angenommenen Verhältnisse abweicht, wornach die Yssel ⅓ des Wassers des unvertheilten Nieder-Rheines empfangen sollte."

„Im Jahre 1789 habe ich, bey einer Wasserhöhe von 11 Fuſs am Arnheimer Pegel, das Vermögen der beyden zuletzt erwähnten Fluſsäste, nach derselben Methode untersuchen lassen, und gefunden: daſs, wenn man wieder die berechnete Wassermenge des vertheilten Nieder-Rheines, oberhalb der Yssel-Müng = 100 setzt, das Vermögen desselben unterhalb dieser Mündung = 73,1, und das der Yssel = 24,1 ist; und folglich ist das Verhältniſs dieser Fluſsäste, bey einem mittlern Wasserstande, wie 1 zu 3,04. Man sieht hieraus zugleich, um eine zuverläſsige und vollständige Kennt-

*) Der Deutlichkeit wegen verweise ich auf Tab. 13. und 14.

nifs von dem Zustande der genannten verschiedenen Flufsäste zu erhalten, wie nothwendig es sey: ihr Vermögen sowohl bey einem mittlern, hohen, als bey einem niedrigen Wasserstande zu untersuchen. Die erste Untersuchung dient dazu, in Erfahrung zu bringen, ob auch der eine Flufsast vor dem andern, in Rücksicht des hohen Sommerwassers und des damit verbundenen Schadens auf den Aufsendeichslanden, zu sehr beschwert sey. Die bey einem niedrigen Wasserstande angestellte Messung ist in Rücksicht der Schiffahrt wichtig, um zu erfahren, ob nicht der eine Flufsast vor dem andern zu grofse Vortheile habe."

„Den Fall, wenn die Flüsse (auch noch ohne Eisstopfungen) zu einer beträchtlichen Höhe anschwellen, habe ich defswegen nicht erwähnt, weil man alsdann, ohne Versuche und Rechnung am besten aus der Beschaffenheit der Deiche beurtheilen kann, ob der eine Flufsast zu viel oder zu wenig Wasser enthält. Als z. B. vor der im Jahre 1773 gemachten Verbesserung der Stromscheidung (Tab. 14.), in Rücksicht der Vertheilung des hohen Stromes, die Deiche an der Nieder-Waal noch mehr als 3 Fufs über dem Wasser hervorragten, wenn am Nieder-Rheine das Wasser schon mit der Krone der Deiche gleich stand: da war es evident, dafs dieser letztere mehr als der erste beschwert war; ihr Vermögen zu einander mochte nun ein Verhältnifs haben, welches es wollte."

„Diese Versuche, wie man es in dem Berichte der Landmesser weiter ausgeführt findet, dienen nicht nur allein dazu, das Verhältnifs des Vermögens der Flufsäste zu einander zu bestimmen (andere Vortheile, welche solche Geschwindigkeitsmessungen geben, erwähne ich hier nicht); sondern sie geben auch zugleich den sichersten Beweis von ihrer Richtigkeit; einen Beweis, der so sicher und so einfach ist, als die Proben bey dem Addiren in der gemeinen Rechenkunst. Es ist nähmlich eine einleuchtende Wahrheit, dafs zwey Flufsäste, z. B. die Nieder-Waal und der Pannerdensche Canal nicht mehr und nicht weniger Wasser abführen können, als ihnen durch den unvertheilten Nieder-Rhein zugeführt wird. Folglich mufs die gefundene Wassermenge beyder Flufsäste gerade eben so viel betragen, als die Wassermenge des unvertheilten Nieder-Rheines. Dieses trift nun in den folgenden Messungen mit einer Genauigkeit zu, welche ich selbst nicht erwartete."

Da diese Versuche nicht blofs Einmahl, sondern zu wiederhohlten Mahlen, nicht blofs bey einer und derselben Wasserhöhe, sondern auch bey verchiedenen Wasserständen, immer dasselbe Resultat geben: so würde es wahrlich sonderbar seyn, wenn man diese Uebereinstimmung eher einem unerklärbaren Zufalle, als der Genauigkeit der Messungen, und der Richtigkeit der Methode zuschreiben wollte. Wenn ich mich also schmeicheln darf, hierdurch etwas zu der nützlichen Kenntnifs der Flüsse beygetragen zu haben; so werde ich mich dadurch für die hierauf verwandte Mühe und Arbeit reichlich belohnet halten." etc.

Bis so weit der Auszug aus Herrn Brunings Memoire. Der Vollständigkeit der Messungen wegen wird es vielleicht nicht undienlich seyn, noch zuvor die Messungen, die im Jahre 1789 in dem unvertheilten Nieder-Rheine unter der Yssel-Mündung angestellt wurden, mitzutheilen.

Zur Verständlichkeit dieser und der folgenden Tabellen, welche alle auf dieselbe Weise berechnet und eingerichtet sind, bemerke ich:

1.) Die mittlere Geschwindigkeit zu bestimmen, nimmt Herr Brunings das arithmetische Mittel aus den verschiedenen mittlern Geschwindigkeiten der verschiedenen Perpendiculairen. Der Unterschied, welche durch die Abweichung dieser Methode von der Seite 41. angenommenen Methode sich ergeben möchte, wird so geringe seyn, daſs Herr Brunings geglaubt hat, den Vortheil, der so viel bequemern Berechnung nicht dafür entsagen zu dürfen.

2.) Die Perpendiculairen wurden bey den Messungen, sowohl im Jahre 1789, als auch 1790 gleich weit von einander genommen, und eben so groſs war auch die Entfernung einer jeden der zwo bey den Ufern zunächsten. Wenn also die Breite des Flusses $= a$, und die Anzahl der Perpendiculairen $= n$ war; so war ihre Entfernung $= \frac{a}{n+1}$.

3.) Die Geschwindigkeiten wurden im Jahre 1789 eben so, wie 1790 und 1792 von 6 zu 6 Zoll in der Tiefe beobachtet, und obgleich die vom Jahre 1789 hier nur von Fuſs zu Fuſs bemerkt sind, so sind doch die bey denselben angegebenen mittlern Geschwindigkeiten von Herrn Brunings aus der ganzen Anzahl seiner Versuche berechnet.

4.) Die in der ersten Columne folgender Tabellen, unter der Rubrik *Tiefe* stehenden Maſsen, zeigen, bey den Messungen in den Jahren 1789 und 1790 die Tiefe der Einsenkung der *obern*, und bey den Messungen vom Jahre 1792, die Tiefe der Einsenkung der *untern* Kante des Bruningscchen Strommessers unter der Oberfläche des Wassers an.

5.) Die daneben stehenden Zahlen, geben die in diesen Tiefen gefundenen Geschwindigkeiten, der verschiedenen in den Rubriken bemerkten Perpendiculairen.

6.) Unter jeder Perpendiculaire steht, in der horizontalen Spalte, neben der Rubrik *Mittel*, ihre mittlere Geschwindigkeit, wie sie von Herrn Brunings genau berechnet worden ist.

7.) In der zweyten horizontalen Spalte, steht neben der Rubrik *Tiefe*, unter einer jeden Perpendiculaire, die Tiefe, welche daselbst bey der Messung statte hatte, in Fuſse ausgedrückt.

8.) Das Maſs ist (wie in diesem ganzen Bande, wenn nicht ein anderes besonders genannt ist) das Rheinländische, wovon 12 Fuſs eine Ruthe, so wie 12 Zoll einen Fuſs ausmachen.

Geschwindigkeitsmessungen im unvertheilten Nieder-Rheine, nach der Linie DD (Tab. 14.) v. I. 1789. bey 11 Fuſs Arnh. Pegelh., vom östl. Ufer angefangen.

Tiefe.	1te Perp.	2te Perp.	3te Perp.	4te Perp.	5te Perp.
Fuſs	Zoll	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.
1	46,08	49,98	54,12	56,76	54,79
2	44,46	48,40	53,43	55,45	55,45
3	43,63	49,27	53,43	54,12	51,46
4	42,78	49,27	50,62	54,12	53,43
5	41,92	49,27	51,46	54,79	54,12
6	41,92	47,75	49,98	52,75	54,12
7		46,86	49,27	52,75	53,43
8		47,75	49,27	54,79	52,75
9		46,08	49,27	50,62	53,43
10		46,08	49,27	50,62	51,46
11			49,27	46,08	49,98
12			47,75	45,28	48,40
13			46,87	44,46	43,62
14				46,08	
Mittel	43,50	48,15	52,04	51,28	52,29
Tiefe.	8	11	14	15	13 1/2

Geschwindigkeitsm. in der Ysselmündung, nach der Linie EE (Tab. 14.) 160. R. unterhalb der Stromscheid. 1789. bey 11 F. 4 Z. Arnh. Peg. v. östl. Ufer angefangen.

Tiefe.	1te Perpend.	2te Perpend.	3te Perpend.
Fuſs.	Zoll.	Zoll.	Zoll.
1	48,40	46,87	49,27
2	48,40	47,75	49,27
3	47,75	48,40	50,62
4	47,75	46,08	46,08
5	46,87	48,40	46,87
6	45,28	48,40	51,46
7	46,08	47,75	45,28
8	47,75	44,46	44,46
9	46,08	44,46	43,63
10	41,03		46,08
Mittel	46,58	46,64	47.53
Tiefe.	10 1/2	10 1/2	10 1/2

Geschwindigkeitsmessungen im vertheilten Nieder-Rheine, nach der Linie ff (Tab. 14.), 85 Ruthen unterhalb der Stromscheidung, vom Jahre 1789, bey 11 Fuſs 1 Zoll Arnheimer Pegelhöhe vom östlichen Ufer angefangen.

Tiefe.	1te Perp.	2te Perp.	3te Perp.	4te Perp.
Fuſs.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.
1	53,43	52,75	50,62	47,75
2	52,75	52,75	52,05	47,45
3	52,75	52,75	52,75	46.08
4	51,46	51,46	50,62	46,87
5	51,46	50,62	49,98	45.28
6	48,40	50,62	49,27	44,46
7	48.40	50,62	49,27	44,46
8	48,40	50,62	46,87	44,46
9	47,75	49,98	45,28	
10	46,87	49,98	45,28	
11	45,28	50,62		
12	43,63	48,40		
13	45,28			
Mittel	49,18	50,49	49,10	46,09
Tiefe	14	13 1/2	11 1/2	9

Resultate vorstehender, im Iahre 1789 angestellten Messungen.

Die Messungen geschahen in den Tab. XIV. mit folgenden Buchstaben bemerkten Linien.	Wasserhöhen, nach denen die Profile berechnet worden.		Breite der Profile in der Oberfläche.	Flächeninhalt der Profile.	Mittlere Tiefen der Profile.		Mittlere Geschwindigkeiten der ganzen Profile.	Wassermenge, welche in einer Secunde abfloſs.
	F.	Z.	Rut.	Qd. Fuſs	F.	Zoll.	Fuſs.	C.fuſs
D	11	—	83	11328	11	4 1/2	4,1210	46683
E	11	—	26	2875	9	2 3/5 1/2	4,9043	11243
f	11	—	60	8410	11	8 1/2	4,0597	34143

Die wassermenge dieser beyden stromäste E u f = 11243 + 34143 = 45386 cubik-fuſs, hätte gleich der wassermenge des unvertheilten Nieder-Rheines = 46683 cubik-fuſs seyn sollen; der unterschied, um welchen jene zu klein war, betrug also 1297 cubik-fuſs. Herr Woltmann, in seinen Beyträgen, rechnet zu diesem Unterschiede noch 312 cubik-fuſs mehr, wegen der verschiedenheit der bey den Messungen statt gehabten wasserhöhen. Wenn man indeſs wohl annehmen darf, daſs die mittlere Geschwindigkeit bey einem wasserstande von 11 $\frac{1}{8}$ fuſs am Pegel, von derjenigen, welche bey 11 fuſs am Pegel statt haben würde, nicht verschieden ist, so fällt dieser unterschied von 312 cubik-fuſs weg, weil schon bey der Berechnung der Profile diese jedesmahl auf einen wasserstand von 11 fuſs Pegelhöhe reducirt worden sind.

Setzt man demnach die wassermenge des ungetheilten Nieder-Rheines	= 100.
So ist, wie schon Herr Brunings in dem Memoire bemerkt, die wassermenge der Yssel - - - - - -	= 24,1.
Die des getheilten Nieder-Rheines - - - -	= 73;1.
Und der unterschied - - - - - -	= 2,8.

Die im April 1790 vorgenommenen Messungen geschahen:

A. In dem noch ungetheilten Flusse, 320 Ruthen oberhalb der Mündung der Waal und des Pannerdenschen Canales, in der Linie AA (Tab. 13.), etwas unterhalb des Bylandschen Durchstiches.

B. In der Mündung der Waal, 250 Ruthen unterhalb des Theliungspunctes, in der Linie BB (Tab. 14).

C. In der Mündung des Pannerdenschen Canales, 40 Ruthen unterhalb des Theilungspunctes, in der Linie CC (Tab. 14).

D. Im Nieder-Rheine, 975 Ruthen oberhalb der Ysselmündung, in der Linie DD (Tab. 14.)

E. In der Yssel-Mündung, 160 Ruthen unterhalb des Theilungspunctes, in der Linie EE (Tab. 14).

F. Im Nieder-Rheine, 135 Ruthen unterhalb der Mündung der Yssel, in der Linie FF (Tab. 14.)

Bey diesen Messungen wurde ein Gewicht von 2,3842 Pfund an dem langen Arme des strommessers (Fig. 14. Tab. 18.) gebraucht; ein Instrument, welches Brunings erfunden hat, und das im 2ten K. beschrieben wird. In dem Berichte der Herrn Conrad und Engelmann, wird noch erinnert, daſs die Messungen in einigen Profilen, wegen des beweglichen sandes, nicht ganz bis auf den Boden haben vorgenommen werden können. Die Geschwindigkeiten sind in diesem Berichte bis auf fünf Decimal-stellen angegeben, und daraus die mittlere Geschwindigkeit berechnet. Um Raum zu gewinnen, habe ich hier die drey letzten Decimal-stellen weggelassen, deſswegen könnte es wohl seyn, daſs die aus diesen zwey Decimal-stellen berechnete mittlere Geschwindigkeit um ein Hundertheil einer Linie von der angegebenen abwiche.

Wasserhöhen zu Arnheim während die Messungen vorgenommen wurden, vom 24ten April bis den 1ten May 1790.

Datum.			Wasserstand.		Datum.			Wasserstand.	
			Fuſs.	Zoll.				Fuſs.	Zoll.
den	14.	April	3	—	den	23.	April	3	9
—	15.	—	3	3	—	24.	—	4	—
—	16.	—	3	6	—	25.	—	4	5
—	17.	—	3	6	—	26.	—	4	6
—	18.	—	3	7	—	27.	—	4	3
—	19.	—	3	8	—	28.	—	4	1
—	20.	—	3	8	—	29.	—	4	—
—	21.	—	3	9	—	30.	—	4	—
—	22.	—	3	9	—	1.	May	4	3

Tiefenmessung am 28sten April 1790 bey 4 Fuſs 1 Zoll Arnheimer Pegelhöhe, nach der Linie AA (Tab. XIII.), am Kyfwaardschen Ufer angefangen.

Anzahl.	Entfernung.	Tiefe.	Anzahl.	Entfernung.	Tiefe.
	Ruthen.	Fuſs		Ruthen.	Fuſs.
1	1	6	17	5	7½
2	1½	8½	18	5	8
3	2½	10	19	5	8
4	5	18	20	5	8
5	5	18	21	5	9½
6	5	16½	22	5	9½
7	5	16½	23	5	9
8	5	14	24	5	10
9	5	11	25	5	10
10	5	10	26	5	10½
11	5	8	27	5	11
12	5	7½	28	5	10½
13	5	6½	29	2½	10½
14	5	7	30	2	6½
15	5	7½	51	2	0
16	5	7½			

Geschwindigkeitsmessungen nach der Linie AA (Tab. 13.), in dem noch ungetheilten Flusse, vom 15. bis zum 19. April 1790, bey einer mittlern Wasserhöhe von 3 Fuſs 6 Zoll, am Kyfwaardschen Ufer angefangen.

Tiefe.	1te P.	2te P.	3te P.	4te P.	5te P.	6te P.	7te P.	8te P.	9te P.	10te P.	11te P.	12te P.
Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll	Zoll.
6	52,75	49,98	47,75	42,78	41,04	39,21	41,92	42,78	39,21	41,92	41,04	41.92
12	56,11	49,89	49,98	43,63	41,04	41,04	41,92	41,04	41,04	40,13	42,78	41,92
18	54,79	51,46	47,75	43,63	41,92	40,13	41,04	40,13	41,92	41,04	44,46	42,78
24	53,44	50,62	49,27	44,46	41,04	39,21	41,04	38,27	41,04	41,04	44,46	42,78
30	53,44	50,62	47,75	42,78	40,13	41,04	41,04	41,04	41,04	39,21	44,46	41,92
36	54,79	47,75	46,87	43,63	41,04	40,13	41,04	41,04	40,13	39,21	42,78	41,04
42	55,45	46,87	46,87	44,46	39,21	38,27	36,30	41,04	38,27	40,13	43,63	41,04
48	55,45	48,40	47,75	41,92	39,21	39,21	38,27	39,21	36,30	41,04	43,63	40,13
54	53,75	48,40	47,75	59,27	37,30	36,30	37,30	39,21	36,30	37,30	41,04	40 13
60	54,79	48,40	47,75	38,27	38,27	36,30	38,27	39,21	38,27	38,27	39,21	41,92
66	54,12	48,40	46,08	39,21		36,30	36,30	38,27	38,27	38,27	39,21	41,92
72	52,75	46,87	45,28	39,21			35,28	39,21	37,30	37,30	39,21	40,13
78	53,44	47,75	45,28	39,21					37,30	37,30	37,30	41,04
84	54,12	46,87	45,28	38,27					36,30	36,30	37,30	39,21
90	55,45	47,75	43,63						36,30		37,30	39,21
96	52,05	49,27	44,46								36,30	17,30
102	54,79	46,87	42,78									36,30
108	52,05	48,40	39,21									36,30
114	52,05	46,08	41,04									
120	51,46	44,46	40,13									
126	48,40	45,28	40,13									
132	46,87	43.63	39,21									
138	45,28	42,78	39,21									
144	44,46	41,92	37,30									
150	44,46	39,21										
156	46,87	39,21										
162	45,28	41,92										
168	43,63											
174	41,92											
180	41,04											
M.	50,94	46,66	44,61	41,48	40,06	38,94	39,19	39,95	38,66	39,18	41,03	40,46
T.	16	15	13	9 1/2	7	7	7	8	8 1/2	8 1/2	9 1/2	10

Tiefenmessung am 29. April 1790 bey 4 Fuſs Arnheimer Pegelhöhe, nach der Linie BB (Tab. 14.), am Millingschen Ufer angefangen.

Anzahl.	Entfernung.	Tiefe.	Anzahl.	Entfernung.	Tiefe.
	Ruthen.	Fuſs.		Ruthen.	Fuſs.
1	1	9	12	5	11½
2	1½	11	13	5	9½
3	5	13½	14	5	8
4	5	16½	15	5	7
5	5	18	16	5	6½
6	5	17½	17	5	7½
7	5	18	18	5	8
8	5	17	19	5	8
9	5	16	20	1½	6
10	5	16	21	1	0
11	5	13½			

Tiefenmessung vom 30. April 1790, bey 4 Fuſs Pegelhöhe, in der Mündung des Pannerdenschen Canales, nach der Linie CC (Tab. 14.), am Pannerdenschen Ufer angefangen.

Anzahl.	Entfernung.	Tiefe.	Anzahl.	Entfernung.	Tiefe.
	Ruthen.	Fuſs.		Ruthen.	Fuſs.
1	1¼	10	8	5	9½
2	1	10	9	5	9
3	2½	9½	10	5	8½
4	5	9½	11	2½	8
5	5	9½	12	1½	6
6	5	8½	13	1	0
7	5	8			

Geschwindigkeitsmessungen in der Waal, nach der Linie BB (Tab. 14.) vom 20. und 21. April 1790 bey 3 Fuſs 9 Zoll Arnheimer Pegelhöhe, am Millingschen Ufer angefangen.

Tiefe	1ste Perp.	2te Perp.	3te Perp.	4te Perp.	5te Perp.	6te Perp.	7te Perp.	8te Perp.
Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.
6	46,08	42,78	48,40	43,63	41,92	35,28	27,06	25,67
12	44,46	46,87	48,40	45,28	39,21	34,23	27,06	25,67
18	44,46	46,87	49,98	45,28	39,21	34,23	27,06	24,21
24	42,78	46,08	49,98	44,46	37,30	33,14	25,67	24,21
50	½2,78	46,08	47,75	45,28	37,30	32,02	25,67	24,21
36	44,46	44,46	46,87	45,28	38,27	30,85	25,67	23,21
42	43,63	45,28	46,08	45,28	38,27	29,64	25,67	24,21
48	43,63	46,87	46,87	45,28	37,30	29,64	24,21	24,21
54	44,46	46,08	45,28	45,28	37,30	29,64	24,21	24,21
60	43,63	46,08	46,87	44,46	37,30	29,64	24,21	22,64
66	44,46	45,28	46,87	45,28	36,30	28,88	24,21	22,64
72	44,46	46,08	46,08	46,08	35,28	27,06	24,21	20,96
78	45,28	44,46	45,28	44,46	35,28	27,06		
84	42,78	44,40	43,63	43,63	55,28	27,06		
90	42,78	44,46	43,63	43,63	35,28	27,06		
96	42,78	43,63	43,63	41,04	35,28	25,67		
102	41,92	43,63	43,63	41,92	34,23	25,67		
108	38,27	43,63	42,78	39,21	35,28			
114	39,21	42,78	41,04	39,21	35,28			
120	39,21	44,46	41,04	36,30	33,14			
126	38,27	43,63	39,21	38,27	32,02			
132	36,30	42,78	38,27	38,27	33,14			
158	32,02	42,78	37,30	38,27	30,85			
144	29,64	41,04	36,30	37,30	30,65			
150	28,88	40,13	34,23	36,30				
156	29,64	38,27	34,23	35,28				
162	29,64	37,30	34,23	33,14				
168	30,85	36,30	24,23	33,14				
174	30,85	35,28	36,30	30,85				
180		35,28	36,30	30,85				
186			34,23					
Mittel.	39,61	43,24	42,25	40,85	35,85	29,77	25,39	23,97
Tiefe.	16	16½	16½	16	13	10	6¾	7

Geschwindigkeitsmessungen in der Mündung des Pannerdenschen Canales, nach der Linie CC (Tab. 14.) vom 21. April 1790. bey 3 Fuſs 9 Zoll Pegelhöhe, am Pannerdenschen Ufer angefangen.

Tiefe.	1ste Perpend.	2te Perpend.	3te Perpend.	4te Perpend.	3te Perpend.
Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll
6	44,46	41,04	42,78	41,92	46,87
12	43,63	43,63	47,75	48,40	46,87
18	42,78	45,28	46,87	48,40	47,75
24	42,78	46,78	46,87	49,98	46,08
30	42,78	46,08	46,08	49,98	45,28
36	41,92	46.08	45,28	49,27	45,28
42	40,13	44,46	44.46	48,40	43,63
48	40,13	42,78	43,63	46,87	44,46
54	39,21	45,28	43,63	46,08	43,63
60	38,27	44.28	45,28	44,46	42,78
66	38,27	43,63	44,46	42,78	41,92
72	38,27	42,78	42,78	41,04	40,13
78	37,30	41,92	41,04	41,04	39,21
84	37,30	39,21	40,13	42,04	37,30
90	37,30	38,27	38,27		37,30
96	36,30	37,30	38,27		35,28
102	35,28	26,30			32,02
108	32,02				
Mittel	39,40	42,97	43,80	46,01	42,27
Tiefe	10	10	8¾	8½	9½

Tiefenmessung vom 23. April 1790 bey 3 Fuſs 9 Zoll Pegelhöhe am Nieder-Rheine, nach der Linie DD (Tab. 14.) an dem Kopfe der Brouwkeetels Kribbe angefangen.

Anzahl.	Entfernung.	Tiefe.	Anzahl.	Entfernung.	Tiefe
	Ruthen.	Fuſs.		Ruthen.	Fuſs.
1	1	12	8	5	11
2	1½	12	9	5	11
3	2½	10½	10	5	11
4	5	9½	11	5	10½
5	5	8½	12	2	8
6	5	10	13	1	0
7	5	10½			

Geschwindigkeitsmessungen im Nieder-Rheine, nach der Linie D D (Tab. 14.) vom 22. April 1790, bey 3 Fuſs 9 Zoll Pegelhöhe, an dem Kopfe der Brouwkeetels Kribbe angefangen.

Tiefe.	1ste Perp.	2te Perp.	3te Perp.	4te Perp.	5te Perp.	6te Perp.	7te Perp.
Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.
6	32,02	35,28	39,21	42,78	43,63	39,21	41,92
12	30,85	35,28	38,27	43,63	42,78	43,63	42,78
18	29,64	36,30	37,30	41,92	41,92	42,78	42,78
24	30,85	35,28	37,30	41,04	41,04	41,92	41,92
30	30,85	34,23	36,30	39,21	41,04	42,78	41,04
36	32,02	34,23	37,30	40,13	41,92	41,92	41,04
42	29,64	34,23	36,30	40,13	41,92	43,65	41,92
48	29,64	33,14	37,36	40,13	41,04	42,78	41,04
54	28,88	33,14	37,30	39,21	41,04	41,04	40,13
60	28,88	32,02	36,30	38,27	39,21	42,78	39,21
66	28,88	30,85	36,30	38,30	39,21	41,92	38,27
72	28,88	29,64	35,28	37,30	38,27	41,04	37,30
78	27,06	28,88	34,23	36,30	37,30	39,21	38,27
84	27,06	27,06	34,23	36,30	37,30	37,30	36,30
90	27,06	27,06	33,14	35,28	36,30	37,30	35,28
96	25,67	27,06	32,02	33,14	25,28	36,30	36,30
102	24-21		29,64	33,14	35,28	34,23	32,02
108	24,21		27,06	30,85	34,23	33,14	29,64
114	22,64			29,64		33,14	29,64
120						32,02	
Mittel.	28,42	32,17	35,39	37,75	39,40	39,60	38,39
Tief	11	8½	9½	10	10½	11	11

Tiefenmessung vom 23. Aqril 1790 bey 3 Fuſs 9 Zoll Arnheimer Pegelhöhe, in der Mündung der Yssel, nach der Linie E E (Tab. 14.), an der süder Seite angefangen.

Anzahl	Entfernung.	Tiefe.	Anzahl.	Entfernnng.	Tiefe.
	Ruthen.	Fuſs.		Ruthen.	Fuſs.
1	1	5	6	5	4
2	1½	5½	7	2	3¼
3	2½	4½	8	1	3
4	5	4½	6	1	0
5	5	3¼			

Geschwindigkeitsmessungen in der Ysselmündung, nach der Linie E E (Tab. 14.), vom 23. April 1790, bey 3 Fuſs 9 zoll Arnheimer Pegelhöhe, von der süder seite angefangen. *)

Tiefe.	1ste Perpend.	2te Perpend.	3te Perpend.	4te Perprnd.
Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.
6	32,02	29,64	29,46	33,14
12	32,02	28,88	28,88	33,14
18	32,02	28,88	28,88	32,02
24	32,02	28,88	27,06	32,02
30	32,02	27,06	27,06	30,85
36	30,85	25,67	25,67	29,64
42	29,64	25,67		27,06
48	270,6	25,67		
Mittel.	31,16	27,53	27,91	31,29
Tiefe.	$4\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	$3\frac{3}{4}$	4

Tiefenmessung vom 24. April 1790, bey 4 Fuſs Arnheimer Pegelhöhe, in dem getheilten Nieder-Rheine, nach der Linie F F (Tab. 14.) von der Nordseite, oder von der Pley angefangen.

Anzahl.	Entfernung.	Tiefe.	Anzahl.	Entfernuug.	Tiefe.
	Ruthen.	Fuſs.		Ruthen.	Fuſs.
1	1	$6\frac{1}{2}$	7	5	8
2	3	$7\frac{1}{2}$	8	5	8
3	5	$7\frac{1}{2}$	9	5	8
4	5	$7\frac{1}{2}$	10	5	11
5	5	8	11	$2\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$
6	5	$8\frac{1}{2}$	12	$2\frac{1}{2}$	0

Geschwindigkeitsmessungen im getheilten Nieder-Rheine, nach der Linie F F (Tab. 14.) vom 23, April 1790, bey 3 Fuſs 9 zoll Pegelhöhe, von der Nordseite angefangen.

Tiefe.	1ste Perpend.	2te Perpend.	3te Perpend.	4te Perpend.	5te Perpend-	5te Perpend.
Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.
6	41,92	41,04	39,21	39,21	41,04	34,23
12	41,04	41,04	39,21	42,92	42,78	33,14
18	41,04	40,13	38,27	43,63	42,78	33,14
24	41,92	40,13	39,21	43,63	42,78	32,02
30	41,92	39,21	39,21	42,78	41,92	32,02
36	39,21	39,31	38,27	43,63	41,92	30,85
42	40,13	57,30	40,13	41,92	41,92	30,85
48	38,27	37,30	38,27	41,92	41,04	30,85
54	36,30	37,30	37,30	41,92	41,04	29,64
60	34,23	36,30	36,30	41,92	39,21	29,64
66	32,02	36,30	36,30	40,13	37,30	28,88
72	30,85	34,23	35,28	39,21	37,30	27,06
78	28,88	32,02	34,23	37,30	36,30	25,68
84			33,14	37,30	33,14	24,11
90			32,02	34,23		24,21
Mittel.	37,69	37,91	37,19	40,80	40,26	29,80
Tiefe.	7	$7\frac{1}{2}$	8	$8\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$	9

*) Die Entfernung der 4 Perpendiculairen von einander, und die der ersten vom südlichen Ufer waren $= 4\frac{3}{4}$ Ruthen; folglich blieb die letzte vom südlichen Ufer 5 Ruthen entfernt.

Resultate vorstehender, im Jahre 1790 angestellten messungen.

Die messungen geschahen in den Tab. 13. und 14. mit folgenden buchstaben bemerkten linien.	Wasserhöhen, nach denen die profile berechnet worden.		Breite der profile in der oberfläche.	Flächeninhalt der profile.	Mittlere Tiefen der profile.		Mittlere geschwindigkeiten der ganzen profile.	Wassermenge, welche in einer Secunde abflofs.
	Fufs.	Zoll	Ruthen	Quadr. - Fufs.	Fufs.	Zoll.	Fufs.	Cubik - Fufs.
A	3	6	$136\frac{1}{2}$	15640	9	$5\frac{1}{2}$	3,48024	54431
B	3	9	$87\frac{1}{2}$	$12703\frac{1}{2}$	12	1	2,92640	37175
C	3	9	$44\frac{3}{4}$	$4542\frac{3}{4}$	8	5	3,57435	16237
D	3	9	48	$5752\frac{1}{2}$	9	$11\frac{1}{2}$	2,98949	17197
E	3	9	24	1161	4	—	2,45594	2851
F	3	9	49	4419	7	$6\frac{1}{2}$	3,10640	13727

In dem berichte heifst es ferner: „Die vorne berechneten und angegebenen producte glauben wir, mehrerer deutlichkeit wegen, hier zusammen stellen zu müssen, um noch einige Folgerungen daraus abzuleiten.“

A. Die wassermenge des ungetheilten stromes war - = 54431 cubik-Fufs.

B. Die der alten waal war - - - - - - - - = 37175 — —

$\frac{C+D}{2}$ oder das mittel aus der wassermenge des pannerdenschen canales und des ungetheilten nieder-rheines war - = 16717 — —

Es war demnach $A = B + \frac{C+D}{2} + 539$ cubik-fufs.

E. Die wassermenge der yssel war - - - - - - = 2851 cubik-fufs.

F. Die des getheilten nieder-rheines war - - - - = 13727 — —

Folglich war $\frac{C+D}{2}$ 139 cubik-fufs gröfser als $E + F$, und

A war also 678 cubik-fufs gröfser als $B + E + F$.

Diese vergleichung wird noch mehr erleichtert werden, wenn man setzt:

Das totale vermögen des noch ganz ungetheilten obern stromes sey = 100.

So ist das vermögen der waal - - - - - - - - - = 68,3.

Das des ungetheilten nieder-rheines - - - - - - = 30,7.

Der yssel - - - - - - - - - - - - - - - = 5,2.

Des getheilten nieder-rheines - - - - - - - - - = 25,5,

Das vermögen der waal und des ungetheilten nieder-rheines zusammen = 99.

Der unterschied zwischen der summe dieser beyden ströme und dem obern strome - - - - - - - - - - - - - = 1.

Das vermögen der waal, des getheilten nieder-rheines und der yssel = 98,8.

Der unterschied zwischen der summe dieser drey ströme und dem obern ganz ungetheilten strome - - - - - - - - = 1,2.

Setzt man das vermögen des ungetheilten Nieder-Rheines	=	100.
So ist das vermögen des getheilten Nieder-Rheines	=	82,1.
Das der Yssel	=	17.
Folglich der unterschied	=	0,9.

Wiewohl die Tiefen-, so wie die Geschwindigkeitsmessungen mit aller möglichen vorsicht und Genauigkeit angestellt und berechnet, und dadurch die Resultate der wahrheit schon sehr nahe gebracht wurden, so würden sie jedoch noch viel vollkommener gewesen seyn, wenn alle Messungen zu einer und derselben zeit hätten angestellt werden können. Denn bey den versuchen in der Linie AA (Tab. 13.) vom 15. bis zu dem 19. April, war das wetter nicht blofs wegen des starken windes und der dadurch verursachten wellen sehr ungünstig, sondern der strom wuchs auch von 3 Fufs 3 zoll Arnheimer Pegelhöhe bis zu 3 Fufs 8 zoll an; da derselbe während der Messungen vom 20. bis zum 23. April nur Einen zoll anwuchs. Man kann daher wohl annehmen, dafs der unterschied noch merklich kleiner seyn würde, wenn man die wasserhöhe des Profiles A (jetzt zu 3 Fufs 6 zoll Pegelhöhe berechnet) ebenfalls, wie die übrigen Profile, auf 3 Fufs 9 zoll reducirte, und dafür die, durch das wachsende wasser verursachte, gröfsere Geschwindigkeit (wenn sie bekannt wäre) abzöge.

Wegen des unterschiedes von 960 Cubik-Fufs zwischen den Profilen C im Pannerdenschen Canale, und D im ungetheilten Nieder-Rheine erinnerte Herr Brunings in einem Briefe an mich vom 27. August 1796 noch folgendes: „Der unterschied der Quantitäten bey C und D ist freylich grofs; doch hier mufs man sich erinnern: 1.) Dafs der alte Rhein bey Candia, und die auswässernden schleusen der Polder der drey Dörfer Pannerden, Herwen und Arth, immer etwas wasser zuführen, welches der strom in dem alten Rheine anzeigt. 2.) Dafs auch diese versuche nicht zu gleicher zeit angestellt sind. 3.) Dafs der Pegel zu Arnheim durchgehends 12 zoll niedriger steht, als der zu Pannerden. 4.) Dafs zwischen CC und DD (Tab. 14.) viele sandbänke sind, die den regelmäfsigen Lauf des wassers verhindern, und dafs es daher wohl seyn könne, dafs zu der zeit, wie die versuche in der Linie DD angestellt wurden, das oben aufgestauete wasser zugeflossen, und dadurch die Geschwindigkeit etwas gröfser geworden sey.

§. Die im April und May 1792, gleichfalls nach Anweisung des Herrn Brunings, von den Herren Conrad und Engelmann angestellten Geschwindigkeitsmessungen wurden in folgenden Quer-Profilen vorgenommen:

A. In dem noch ganz ungetheilten strome, 320 Ruthen oberhalb der Mündung der Waal und des Pannerdenschen Canales, in der Linie AA (Tab. 13.)

B. In der Mündung der Waal, 250 Ruthen unterhalb des Theilungspunctes, in der Linie BB (Tab. 14).

In der Mündung des Pannerdenschen Canales, 275 Ruthen unterhalb des Theilungspunctes (Tab. 14).

D. Im ungetheilten Nieder-Rheine, 975 Ruthen oberhalb der Ysselmündung, in der Linie DD (Tab. 14).

Im ungetheilten Nieder-Rheine, 1130 Ruthen oberhalb der Mündung der Yssel, oder 108 Ruthen oberhalb der Gelderschen und Clevischen Grenzscheidung, bey dem Brouwkeetel, (Tab. 14. unter der Kribbe 14).

E. No. 1. In der Ysselmündung, 160 Ruthen unterhalb des Theilungspunctes in der Linie EE (Tab. 14. und 15).

E. No. 2. Gleichfalls in der Ysselmündung, und zwar in demselben Profile, worin vorstehende Messung geschah.

F. In dem getheilten Nieder-Rheine, 135 Ruthen unterhalb der Ysselmündung, in der Linie FF (Tab. 14).

Die folgenden Messungen wurden alle mit einem Gewichte von 2,3842 Pfund Trois an dem langen Arme des Strommessers vorgenommen. Die Tiefen, worin die Geschwindigkeiten gemessen, und in folgenden Tabellen bemerkt wurden, sind von der Oberfläche des Wassers bis an die untere Kante der Stoſsfläche zu verstehen. (No. 5. im 2ten K. die Beschreibung des Bruningschen Strommessers.

Ferner, heiſst es in dem Berichte der Herrn Conrad und Engelmann, muſs noch bemerkt werden, daſs, wegen des beweglichen Sandes die Geschwindigkeitsmessungen nicht überall ganz bis auf den Boden vorgenommen werden konnten.

Wasserhöhen zu Arnheim, während die Messungen vorgenommen wurden, vom 13ten April bis den 1sten May 1792.

Datum.	Wasserstand.		Datum.	Wasserstand.	
	Fuſs.	Zoll.		Fuſs.	Zoll.
den 13. April	14	10	den 23. April	9	3
— 14. —	14	—	— 24. —	9	3
— 15. —	13	—	— 25. —	9	3
— 16. —	11	10	— 26. —	9	3
— 17. —	10	11	— 27. —	8	11
— 18. —	10	2	— 28. —	8	6
— 19. —	9	8	— 29. —	8	—
— 20. —	9	2	— 30. —	7	7
— 21. —	9	—	— 1. May	7	4
— 22. —	9	3			

Tiefenmessung vom 23. bis zum 28. April 1792 bey 9 Fuſs 3 Zoll Pegelhöhe, in dem noch ungetheilten Strome, oder in der Ober-Waal, nach der Linie AA (Tab. 13.) vom Millingschen Ryswaard angefangen.

Anzahl.	Entfernung.	Tiefe.	Anzahl.	Entfernung.	Tiefe.
	Ruthen.	Fuſs.		Ruthen.	Fuſs.
1	1 1/4	7 1/2	16	5	12
2	4	13	17	5	13
3	5	15 1/2	18	5	13
4	5	16 1/2	19	5	15
5	5	16	20	5	15 1/2
6	5	15 1/2	21	5	17 1/2
7	5	15	22	5	19
8	5	14	23	5	20
9	5	14 1/2	24	5	20 1/2
10	5	14 1/2	25	5	21
11	5	13 1/2	26	5	20 1/2
12	5	13	27	5	22
13	5	12	28	5	23
14	5	12	29	4	21
15	5	12	30	1 1/4	0

Geschwindigkeitsmessungen in dem noch ganz ungetheilten Strome, nach der Linie AA (Tab. 13.) vom 23. bis den 26. April 1792, bey 9 Fuſs 3 Zoll Arnheimer Pegelhöhe, vom Millingschen Ryswaard angefangen.

Tiefe.	1ste Perp.	2te Perp.	3te Perp.	4te Perp.	5te Perp.	6te Perp.	7te Perp.	8te Perps	9te Perp.	10te Perp.	11te Perp.	12te Perp.	13te Perp.	14te Perp.
Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.
6	38,27	46,87	52,75	46,87	48,40	48,40	50,62	50,62	50,62	51,46	55,45	59,28	58,66	55,45
12	40,13	54,12	54,12	54,12	48,40	54,12	55,45	52,75	54,79	55,45	61,70	63,56	70,56	65,16
18	40,13	53,44	54,12	52,75	52,75	54,12	56,76	54,12	55,45	54,79	62,88	63,56	71,08	65,16
24	40,13	53,44	52,75	54,12	52,75	54,12	56,76	54,79	54,12	54,79	62,29	62,29	69,51	65,16
30	39,21	54,12	52,75	52,75	51,46	54,12	55,45	55,46	55,45	55,45	59,90	61,11	68,45	66,28
36	40,13	54,79	52,75	51,46	51,46	52,05	54,79	54,79	52,75	55,45	59,90	61,70	67,37	65,16
42	40,13	52,75	52,75	49,98	50,62	51,46	54,79	53,44	53,44	56,76	58,03	61,70	69,51	65,16
48	40,13	49,98	52,75	49,98	46,87	50,62	54,79	53,44	54,12	56,11	58,03	63,56	70,04	65,72
54	39,21	49,98	51,46	49,98	49,27	50,62	53,44	52,05	52,05	54,79	58,03	63,56	69,51	65,72
60	39,21	50,62	50,62	48,40	47,75	50,62	42,75	54,12	52,75	52,75	57,40	63,56	68,98	64,03
66	38,27	48,40	51,46	48,40	47,75	50,62	54,42	52,75	52,75	52,75	57,40	62,88	68,45	62,88
72	38,27	49,98	49,98	48,40	46,87	49,98	52,05	50,62	62,46	51,46	57,40	61,11	68,45	61,70
78	37,30	49,98	49,98	45,87	49,27	49,98	50,62	47,74	51,46	51,46	58,66	58,66	68,45	61,70
84	37,30	49,98	48,40	45,28	46,87	49,98	49,98	48,40	48,40	49,98	56,76	59,90	67,91	59,90
90	37,30	49,98	46,08	46,87	46,87	48,40	49,98	46,08	49,98	49,98	56,76	60,50	67,91	60,50
96	37,30	40,98	45,28	46,87	46,08	46,87	47,75	45,28	45,87	49,98	56,11	60,50	66,83	59,28
102	37,30	49,27	45,28	46,87	48,40	46,87	47,75	46,08	45,28	49,27	55,45	59,90	65,16	60,50
108	36,30	48,40	41,92	45,28	46,08	45,28	45,28	46,08	45,28	46,87	55,45	59,90	64,60	60,50
114	35,18	46,87	41,04	45,28	43,63	45,28	45,28	46,08	43,62	46,87	55,45	59,28	65,60	60,50
120	34,23	46,87	42,78	43,63	45,28	43,63	41,04	46,08	43,63	46,87	54,79	59,28	61,70	59,90
126	33,14	46,08	42,78	41,92	45,28	41,92	39,21	41,92	41,92	46,87	53,44	56,76	61,70	59,28
132	33,14	45,28	41,92	43,63	41,92	41,92	36,30	39,21	39,21	46 08	53,44	54 79	59,90	59,28
138	29,64	43,63	41,92	40,13	39,21	38,27	.	.	36,30	44,46	52,05	56,11	59,90	58,03
144	29,64	41,92	41,92	39,21	38,27	38,27	.	.	32,02	43,63	50,62	54,12	61,11	58,03
150	.	42,78	40,13	38,27	38,27	.	.	.	.	43,63	49,27	55,45	59,28	58,03
156	.	42,78	40,13	36,30	36,30	.	.	.	.	43,63	46,87	54,12	59,28	56,11
162	.	41,04	38,27	.	36,30	.	.	.	.	41,92	45,28	52,75	58,66	56,11
168	.	39,21	38,27	.	.	.	.	.	.	40,13	45,28	50 63	59,90	54,79
174	.	39,21	36,30	.	.	.	.	.	.	38,27	45 28	51,46	55,45	54,79
180	.	38,27	.	.	.	.	.	.	.	.	45,28	51,46	52,75	54,12
186	.	36,30	.	.	.	-	.	.	.	.	45,28	49,27	55,45	52,75
192	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	43,63	49,98	54,45	52,05
198	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	41,92	49,27	54,12	52,05
204	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	39,21	48,40	52,75	48,40
210	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	39,21	47,75	51,46	50,62
216	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	37,30	44,46	51,46	49,98
222	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	41,04	52,75	45,28
228	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	37,30	49,98	45,28
234	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	36,30	46,87	46,87
240	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	43,03
246	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	40,13
252	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	38,27
258	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	36,30
264	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	34,23
Mittel.	37,27	47,49	46,65	46,88	46,15	48,44	50,55	49 85	48,80	49,54	52,71	55,77	61,93	56,05
Tiefe.	13	16½	15½	14	14½	13	12	12	13	15½	19	20½	20½	23

Tiefenmessung in der Waal nach der Linie BB (Tab. 14.), so geschehen den 26. April 1792 vom Millingschen Ufer an bis in einer Entfernung von $39\frac{7}{8}$ Ruthen von demselben, bey 9 Fuſs Arnheimer Pegelhöhe. Die Messung in dem übrigen Theil dieses Profils geschah den 27. April, bey einer mittlern Wasserhöhe von 8 Fuſs 10 Zoll.

Anzahl.	Entfernung.	Tiefe.	Anzahl.	Entfernung.	Tiefe.
	Ruthen.	Fuſs.		Ruthen.	Fuſs.
1	$2\frac{1}{2}$	18	12	$4\frac{7}{8}$	17
2	$2\frac{1}{2}$	18	13	$4\frac{7}{8}$	16
3	$2\frac{7}{8}$	17	14	$4\frac{7}{8}$	15
4	$4\frac{7}{8}$	19	25	$4\frac{7}{8}$	14
5	$4\frac{7}{8}$	20	16	$4\frac{7}{8}$	14
6	$4\frac{7}{8}$	$20\frac{1}{2}$	17	$4\frac{7}{8}$	$12\frac{1}{2}$
7	$4\frac{7}{8}$	20	18	$4\frac{7}{8}$	$12\frac{1}{2}$
8	$4\frac{7}{8}$	20	19	$4\frac{7}{8}$	13
9	$4\frac{7}{8}$	19	20	$4\frac{7}{8}$	12
10	$4\frac{7}{8}$	18	21	$2\frac{1}{2}$	11
11	$4\frac{7}{8}$	18	22	$2\frac{1}{2}$	0

Tiefenmessung in der Mündung des Pannerdenschen Canales 250 Ruthen unterhalb des Theilungspunctes nach der Linie O P (Tab. 23.), geschehen den 19. April 1792, von dem westlichen Ufer an bis in einer Entfernung von 14 Ruthen von diesem Ufer, bey 9 Fuſs $6\frac{1}{2}$ Zoll Arnheimer Pegelhöhe; die Messung in dem übrigen Theil des Profils geschah den 21. April bey einer mittlern Wasserhöhe von 9 Fuſs $\frac{1}{2}$ Zoll Pegelhöhe.

Anzahl.	Entfernung.	Tiefe.	Anzahl.	Entfernung.	Tiefe.
	Ruthen.	Fuſs.		Ruthen.	Fuſs.
1	$1\frac{1}{2}$	13	9	$3\frac{1}{2}$	12
2	2	13	10	$3\frac{1}{2}$	10
3	$3\frac{1}{2}$	13	11	$3\frac{1}{2}$	10
4	$3\frac{1}{2}$	14	12	$3\frac{1}{2}$	11
5	$3\frac{1}{2}$	14	13	$3\frac{1}{2}$	13
6	$3\frac{1}{2}$	13	14	$3\frac{1}{2}$	12
7	$3\frac{1}{2}$	13	15	2	11
8	$3\frac{1}{2}$	13	16	$1\frac{1}{2}$	0

Geschwindigkeitsmessung in der waal, nach der Linie B B (Tab. 14.), vom Millingschen Ufer angefangen; wovon die Messungen in den 4 ersten Perpendiculairen den 26. April 1792, bey 9 Fuſs 3 zoll Pegelhöhe geschahen, während welcher zeit das wasser Einen zoll fiel. Die Messungen in den 6 letzten Perpendiculairen geschahen den 27. April, bey 8 Fuſs 11 zoll Pegelhöhe, da das wasser 2 zoll fiel.

Tiefe.	1ste Perpend.	2te Perpend.	3te Perpend.	4te Perpend.	5te Perpend.	6te Perpend.	7te Perpend.	8te Perpend.	9te Perpend.	10te Perpend.
Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.
6	41,92	54,12	58,03	50,05	58,03	52,05	52,05	42,78	42,78	40,13
12	41,92	58,04	62,29	60,50	59,90	56,76	50,62	46,87	43,63	43,63
18	42,78	56,11	64,03	60,50	60,50	54,79	49,27	43,63	41,92	43.63
24	44,47	56,76	60,50	59,28	59,90	55,45	46,08	45,28	42,78	44,46
30	43,63	54,12	61,11	59,90	59,90	54,79	46,87	43,63	43,63	43,63
36	42,78	54,79	61,11	59,90	61,11	54,12	47,57	46,77	44,46	43,63
42	43,63	53,44	60,50	61,11	60,50	52,05	47,57	43,63	42,78	42,78
48	42,78	53,44	60,50	60,50	60,50	54,12	49,27	41,92	42,78	42,78
54	43,63	53,44	59,28	59,28	60,50	52,75	46,87	42,78	41,92	41,04
60	42,78	54,12	58,66	59,90	59,28	52,75	46,87	45,28	42,78	41,04
66	43,63	52,75	58,66	59,28	58,66	54,12	46,07	44,46	42,78	41,04
72	43,63	52,75	57,40	59,28	54,12	51,46	46,08	42,78	41,04	37,30
78	43,63	54,12	57 40	59,28	54,79	52,75	46,08	43,63	41,92	39,21
84	44,46	52,75	55,45	59,28	55,45	51,46	46,08	42,78	40,13	37,30
90	42,78	52,75	55,45	58,03	55,45	49 98	46.28	41,92	41,04	34,23
96	43,63	52,75	54,79	57,40	54,79	48,40	46,08	41,04	38,27	35.28
102	41,92	51,46	54,79	56,11	55,45	52,05	43,63	41,04	38,27	35,28
108	41,92	52,73	54,12	56,11	53,44	50,62	45,28	38,27	36,30	32,02
114	42,78	49,98	54,12	56,76	55,45	49,98	43,63	39,21	33,14	30,85
120	41,92	51,46	52,75	58,66	56,76	48,40	41,04	36,30	34,23	29,64
126	41,92	50,92	52,75	55,45	55,45	46,87	40,13	30,85	32,02	28,37
132	41,92	49,98	54,12	54,12	52,05	46,87	39,21	27,06	30,85	28,38
138	42,78	48,40	54,12	54,79	54,12	45,28	36,30	25,67	29,64	.
144	41,04	49,27	52,05	53,44	52,05	44,46	34,23	.	.	.
150	41,04	46,87	52,75	51,46	49,98	45,28	34,23	.	.	.
156	41,04	45,28	52,75	51,46	50,62	45,28	34,23	.	.	.
162	40,13	45,28	51,46	50,62	49,27	45,28	30,85	.	.	.
168	40,13	42,78	49,98	51,46	47,75	44,46	28,38	.	.	.
174	38,27	43,63	50,62	50,62	48,40	41,92	.	.	.	.
180	36,30	41,92	46,87	49.98	46,87	39,21	.	.	.	.
186	36,30	41,92	49,98	49,98	45,28	39,21	.	.	.	.
192	36,30	39,21	48,40	48,40	43,63	36,30	.	.	.	.
198	35,28	38,27	47,75	48,40	43,63	.	.	.	.	.
204	34,23	38,27	43,63	43,63	41,04	.	.	.	.	.
210	.	38,27	38,27	41,92	.	.	.	.	.	.
216	.	36,30	39,21	36,30	.	.	.	.	.	.
222	.	.	37,30	36,30	.	.	.	.	.	.
228	.	.	32,02	34,23	.	.	.	.	.	.
234	.	.	29,64	.	.	.	.	.	.	.
Mittel.	41,49	49,21	52,65	53,85	54,09	49,20	43,30	40,98	39,68	38,16
Tiefe.	18	19	20½	20	18	17	15	13	12½	12½

*Geschwindigkeitsmessung in der Mündung des Pannerdenschen Canales, 250 Ruthen unterhalb des Theilungspunctes nach der Linie O P (Tab. 23.), von der Westseite angefangen, wovon die Messungen in den beyden ersten Perpendiculairen den 19. April 1792 bey 9 Fuſs 8 Zoll Pegelhöhe geschahen, während welcher Zeit das Wasser einen Zoll fiel *). Die Messungen in den 5 letzten Perpendiculairen geschahen den 21. April bey 6 Fuſs Pegelhöhe, wobey das Wasser einen Zoll stieg.*

Tiefe.	1ste Perp.	2te Perp.	3te Perp.	4te Perp.	5te Perp.	6te Perp.	7te Perp.
Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.
6	55,45	62,29	65,29	59,89	68,66	54,12	53,44
12	58,04	65,16	71,08	66,83	60,50	56,76	56,11
18	55,45	66,83	67,37	65,72	60,50	56,76	55,45
24	58,66	68,45	67,37	65,16	58,03	56,76	55,45
30	59,28	66,28	67,37	66,28	58,03	55,45	53,44
36	58,04	65,16	65,16	65,16	56,76	53,44	54,12
42	57,40	66,28	65,16	63,56	56,76	52,75	53,44
48	59,28	65,16	64,03	64,03	56,76	52,75	52,05
54	56,76	65,16	65,16	64,03	55,45	51,46	51,46
60	58,03	65,16	65,16	62,87	54,79	50,62	51,46
66	56,76	66,28	64,04	64,03	54,79	48,40	49,27
72	56,76	65,16	65,16	62,88	54,79	49,98	50,62
78	56,11	64,03	61,70	61,11	53,44	48,40	49,27
84	54,12	64,60	61,70	61,11	52,75	46,87	49,98
90	54,12	64,03	61,70	61,11	54,12	46,87	48,40
96	54,12	62,88	61,70	60,50	50,62	46,08	48,40
102	52,75	62,88	61,70	59,28	50,62	45,28	48,40
108	54,12	62,88	60.50	59,90	38,27	43,63	45,28
114	52,75	62,29	58,03	57,40	.	38,27	45,28
120	54,05	55,45	57,40	56,76	.	38,27	42,78
126	52,75	56,11	59,28	55,45	.	.	41,04
132	50,62	55,45	59,28	48,40	.	.	38,27
138	49,98	54,79	57,40	46,87	.	.	.
144	46,87	54,12	50,62	45,28	.	.	.
150	43,63	51,46	49,98	.	.	.	.
156	.	48,40	.	.	.	.	.
Mittel.	54,77	62,06	62,33	60,48	55,13	49,83	49,88
Tief.	13½	14	13½	13	10	11	12

Tiefenmessung vom 30. April. 1792 bey 7 Fuſs 5¾ Zoll Arnheim. Pegelh., in ungetheilten Nieder-Rheine, nach der Linie D D (Tab. 14.), am Loowaardschen Ufer angefangen.

Anzahl.	Entfernung.	Tiefe.	Anzahl.	Entfernung.	Tiefe.
	Ruthen.	Fuſs.		Ruthen.	Fuſs.
1	1⅝	8½	9	3½	13½
2	2	13½	10	3½	13
3	3½	13½	11	3½	11½
4	3½	13½	12	3½	11
5	3½	13	13	3½	10
6	3½	12½	14	3½	10
7	3½	13	15	2	12
8	3½	13½	17	1⅝	0

*) Schon gleich beym Anfange der Messung in der ersten Perpendiculaire war das Wasser einen Zoll niedriger, als es des Morgens war, da es an den Pegel zu Arnheim bemerkt wurde.

Tiefenmessung vom 13. April 1792 bey 14 Fuſs 10 zoll Arnheimer Pegelhöhe, im ungetheilten Nieder-Rheine, 1130 Ruthen oberhalb der Mündung der Yssel, bey dem Brouwkeetel, (Tab. 14.), an der südseite angefangen.

Anzahl.	Entfernung.	Tiefe.	Anzahl.	Entfernung.	Tiefe.
	Ruthen.	Fuſs.		Ruthen.	Fuſs.
1	1⅞	15½	10	4	17½
2	1⅞	15½	11	4	18
3	4	15	12	4	19
4	4	15	13	4	19
5	4	15½	14	4	19
6	4	15½	15	4	19
7	4	15½	16	4	20
8	4	16	17	1⅞	17½
9	4	17½	18	1⅞	0

Geschwindigkeitsmessungen im ungetheilten Nieder-Rheine, nach der Linie DD (Tab. 14.) vom 30. April 1792, bey 7 Fuſs 5 ¾ zoll Pegelhöhe, vom Lowaardschen Ufer angefangen. ()*

Tiefe.	1ste Perp.	2te Perp.	3te Perp.	4te Perp.	5te Perp.	6te Perp.	7te Perp.
Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.
6	54,79	51,46	50,62	51,46	46,87	48,40	46,87
12	57,40	53,44	52t75	51,46	50,62	51,46	50,62
18	57,40	50,62	55,45	52,05	49,98	52,75	51,46
24	54,12	49,98	34,12	52,05	46,87	50,62	51,46
50	54,12	52,75	52,75	52,05	46,87	50,62	49,98
36	56,76	51,46	53,44	51,46	46,87	49,98	49,98
42	56,11	52,05	52,75	51,46	46,87	49,27	49,27
48	53,46	51,46	50,62	49,98	48,46	49,27	48,40
54	53,46	49,27	52,05	49,27	47,40	48,40	48,40
60	52,75	48,40	50,62	48,40	47,75	46,08	46,87
66	52,75	51,46	49,98	48,40	46,08	46,87	46,87
72	51,46	49,98	50,62	48,40	43,63	45,28	46,08
78	50,62	41,04	49,27	48,40	45,28	45,28	45,28
84	49,98	41,92	47,75	45,28	46,08	43,63	44,46
90	49,27	43,63	46,87	43,63	64,46	42,78	42,78
96	49,27	41,92	45,28	44,78	43,63	41,92	41,93
102	49,98	36,30	46,87	42,78	42,78	41,04	41,04
108	49,27	39,21	45,28	41,92	41,92	37,30	39,21
114	46,87	38,27	45,28	41,04	41,92	34,23	37,30
120	46,87	37,30	41,92	42,78	41,92	33,14	.
126	46,08	37,30	39,21	38,27	40,13	.	.
132	42,78	38,27	38,27	38,27	39,21	.	.
158	41,92	37,30	36,30	36,30	35,28	.	.
144	38,27	35,28	.	34,23	34,23	.	.
150	36,30	34,23	.	.	.	.	.
Mittel.	50,27	44,64	48,39	46,05	44,59	45,66	46,45
Tiefe.	13½	13½	13½	13½	13	11	10

(*) Während der Messung fiel das Wasser 2 1/2 zoll.

Geschwindigkeitsmessungen im ungetheilten Nieder-Rheine 1130 *Ruthen oberhalb der Mündung der Yssel, bey dem Brouwkeetel, (Tab.* 14.*) vom* 13. *und* 14*ten April* 1792, *bey einer mittlern Wasserhöhe von* 14 *Fuſs* 4 *Zoll, (*) an der Südseite angefangen.*

Tiefe.	1ste Perp.	2te Perp.	3te Perp.	4te Perp.	5te Perp.	6te Perp.	7te Perp.	8te Perp.
	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.
6	48,40	46,87	52,75	58,03	54,79	57,40	56,76	46,87
12	51,46	49,98	57,40	60,50	54,79	60,50	60,50	51,46
18	47,75	53,44	57,40	61,70	59,28	61,70	60,50	51,46
24	47,75	55,45	58,66	59,90	60,60	61,11	61,70	49,98
30	46,08	52,05	55,45	58,03	60,50	58,66	62,88	51,46
36	47,75	51,46	55,45	56,76	56,11	56,12	61,70	52,05
42	48,40	51,46	52,05	54,12	56,11	55,45	59,90	54,12
48	46,87	49,98	55,45	54,12	58,66	59,28	60,50	52,75
54	46,87	49,98	52,05	54,79	56,76	56,76	61,11	55,45
60	40,13	48,40	54,12	54,12	54,12	52,75	59,28	34,12
66	42,78	51,46	52,05	52,75	54,12	53,75	60,50	54,12
72	41,92	46,87	51,46	54,12	54,12	53,75	60,50	52,75
78	43,63	49,27	48,40	55,45	54,79	56,76	55,45	52,75
84	42,78	47,75	49,98	52,75	54,12	54,12	57,40	52,05
90	43,63	46,87	48,40	52,75	52,75	54,12	57,40	51,46
96	43,63	45,28	49,27	52,75	50,62	51,46	57,40	50,62
102	43,63	44,46	51,46	49,98	51,46	52,75	57,40	49,27
108	39,21	48,40	45,28	49,98	48,40	52,05	56,76	48,40
114	38,27	46,08	43,63	45,28	40,98	52,75	56,76	52,75
120	38,27	44,46	43,63	45,28	49,27	54,12	59,28	52,75
126	38,27	44,46	42,78	45,28	52,05	55,45	59,28	51,46
132	38,27	38,27	41,92	46,08	50,62	52,75	54,12	49,98
138	40,13	42,78	40,13	43,63	45,28	51,46	56,11	49,98
144	40,13	41,92	68,27	41,92	48,40	48,40	54,12	48,40
150	38,27	40,13	40,13	43,63	46,87	52,05	54,12	48,40
156	36,30	41,92	38,27	41,92	43,63	49,27	51,46	49,98
162	34,23	40,13	37,30	43,63	41,92	46,87	51,46	48,40
168	30,85	.	.	41,92	42,78	46,87	52,75	46,87
174	.	.	.	41,92	41,04	48,40	52,75	45,28
180	.	.	.	41,04	41,04	44,46	52,75	45,28
186	.	.	.	.	41,04	46,87	51,75	41,92
192	.	.	.	.	40,13	45,28	51,46	43,63
198	.	.	.	.	.	43,63	49,27	42,78
204	.	.	.	.	.	43,53	45,28	42,78
210	.	.	.	.	.	43,63	46,08	38,27
216	.	.	.	.	.	.	41,92	36,30
222	.	.	.	.	.	.	.	36,30
228	.	.	.	.	.	.	.	34,23
Mittel	42,45	47,16	48,77	51,24	50,92	52,41	56,00	48,55
Tiefe.	15½	15	15	16	17½	19	19	20

(*) Bey den Messungen in den fünf ersten Perpendiculairen am 23. April, fiel das Wasser 4 Zoll, und am 14. April, bey den Messungen in den drey letzten Perpendiculairen, fiel es noch 3 Zoll.

Tiefenmessung vom 17. *April* 1792 *bey* 10 *Fuſs* 11 *zoll Pegelhöhe, in der Ysselmündung nach der Linie EE (Tab.* 14.*) an der südseite angefangen.*

Anzahl	Entfernung.	Tiefe.	Anzahl.	Entfernnng.	Tiefe.
	Ruthen.	Fuſs.		Ruthen.	Fuſs.
1	$2\frac{3}{19}$	$2\frac{1}{2}$	6	5	$10\frac{1}{4}$
2	$\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{4}$	7	5	$3\frac{1}{4}$
3	$1\frac{3}{4}$	$10\frac{1}{4}$	8	$1\frac{3}{4}$	10
4	5	$10\frac{1}{2}$	6	$\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$
5	5	11	10	$1\frac{3}{5}$	0

No. 1. *Geschwindigkeitsm. in der Ysselmündung, nach der Linie EE (Tab.* 14.*), vom* 17. *April* 1792 *bey* 10 *Fuſs* 11 *zoll am Arnh. Pegel, an der südseite angefangen, wobey das Wasser* 4 *zoll fiel.*

Tiefe.	1ste Perpend.	2te Perpend.	3te Perpend.	4te Perpend.	5te Perpend.
Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.
6	41,03	40,13	45,28	42,78	38,27
12	42,78	46,87	43,63	43,63	43,63
18	42,78	45,28	43,63	42,78	42,78
24	41,04	44,46	41,92	43,63	44,46
30	41,04	45,28	40,13	41,92	43,63
36	40,13	44,46	41,04	43,63	41,92
42	40,13	40,13	40,13	42,78	42,78
48	41,92	39,21	40,13	42,78	41,92
54	41,92	40,13	40,13	41,04	41,92
60	38,27	39,21	40,13	42,78	41,04
66	39,21	39,21	38,27	41,04	40,13
72	37,30	38,27	38,27	41,04	39,21
78	36,30	38,27	39,21	35,28	39,21
84	34,23	37,30	36,30	38,27	39,21
90	35,28	36,30	35,27	38,27	39,21
96	35,28	35,28	34,23	38,27	37,30
102	34,23	34,23	34,23	36,30	37,30
108	.	34,23	34,23	34,23	35,28
114	.	.	34,23	34,23	.
120	.	.	33,14	.	.
Mittel	39,02	40,06	38,65	40,34	40,67
Tiefe	$10\frac{1}{4}$	$10\frac{1}{2}$	11	$14\frac{1}{4}$	$10\frac{1}{4}$

Tiefenmessung vom 1. May 1792, bey 7 Fuſs $3\frac{1}{2}$ Zoll am Arnheimer Pegel, in der Ysselmündung, nach der Linie EE (Tab. 14.), an der Ostseite angefangen.

Anzahl.	Entfernung.	Tiefe.	Anzahl.	Entfernuug.	Tiefe.
	Ruthen.	Fuſs.		Ruthen.	Fuſs.
1	1	7	7	$2\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$
2	$1\frac{1}{4}$	7	8	$2\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$
3	$2\frac{1}{2}$	7	9	$2\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$
4	$2\frac{1}{2}$	7	10	$2\frac{1}{2}$	7
5	$2\frac{1}{2}$	7	11	$1\frac{1}{4}$	7
6	$2\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$	12	1	0

No. 2. Geschwindigkeitsmessung in der Ysselmündung, nach der Linie EE (Tab. 14.), vom 1. May 1792, bey 7 Fuſs 4 Zoll Pegelhöhe, an der Ostseite angefangen. *)

Tiefe.	1ste Perpend.	2te Perpend.	3te Perpend.	4te Perpend.	5te Perpend.
Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.
6	35,28	34,23	36,30	37,30	36,30
12	38,27	39,21	38,27	39,21	39,21
18	38,28	40,13	36,30	38,27	38,27
24	36,30	38,27	38,27	38,27	38,27
30	35,28	39,21	37,30	38,27	38,27
36	33,14	37,30	37,30	39,21	37,30
42	30,85	37,30	37,30	38,27	37,30
48	30,85	37,30	34,23	34,22	34,23
54	28,38	36,30	34,23	36,30	34,23
60	28,38	34,23	33,14	36,30	34,23
66	28,38	34,23	33,14	33,14	34,23
72	25,67	34,02	32,02	32,02	30,85
78		28,38	29,64	29,64	29,64
84			27,06	27,06	
Mittel.	32,60	36,40	34,83	35,79	35,78
Tiefe.	7	7	$7\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$	7

*) Während der Messung fiel das Wasser 1 Zoll.

Geschwindigkeitsmessungen im ungetheilten Nieder-Rheine, nach der Linie **FF** *(Tab. 14.) vom 16. April 1792, bey 11 Fuſs 10 Zoll Pegelhöhe, an der Nordseite angefangen.*

Tiefe. Zoll.	1ste Perpend. Zoll.	2te Perpend. Zoll.	3te Perpend. Zoll.	4te Perpend. Zoll.	5te Perpend. Zoll.	6te Perpend. Zoll.	7te Perpend. Zoll.
6	44,46	53,46	48,40	49,98	47,75	41,92	42,78
12	45,28	52,75	49,98	50,62	47,75	45,28	44,46
18	46,87	32,05	49,98	50,62	46,87	46,08	44,46
24	46,08	51,46	49,98	46,87	43,63	45,28	44,46
30	45,28	50,62	46,87	46,87	43,63	43,63	43,63
36	45,28	45,28	48,40	48,40	43,63	41,92	43,63
42	43,63	48,40	48,40	46,87	43,63	43,63	44,46
48	42,78	48,40	48,40	46,87	43,63	43,63	44,46
54	41,04	48,40	46,87	46,08	40,13	41,92	44,46
60	41,04	46,87	45,28	46,08	41,92	38,27	43,63
66	41,04	43,28	43,63	48,40	41,04	38,27	42,78
72	41,92	44,46	43,63	45,28	49,21	38,27	42,78
78	41,04	43,63	42,63	46,87	48,27	40,13	42,78
84	41,04	43,63	43,63	45,28	41,92	41,92	42,78
90	39,21	41,92	41,92	45,28	40,13	41,04	41,92
96	38,27	42,78	41,92	46,87	43,63	41,04	42,78
102	37,30	39,21	41,92	45,28	40,13	41,92	43,63
108	37,30	42,78	40,13	44,46	41,04	41,04	42,78
114	36,30	40,13	40,13	41,92	38,27	38,27	41,04
120	36,30	39,21	38,27	41,92	38,27	41,04	41,92
126	•	•	38,27	40,13	39,21	39,21	42,78
132	•	•	36,30	40,13	38,27	36,30	41,04
138	•	•	•	40,13	37,30	38,27	40,13
144	•	•	•	40,13	36,30	36,30	40,13
150	•	•	•	38,27	36,30	36,30	40,13
156	•	•	•	•	36,30	35,28	40,13
162	•	•	•	•	38,27	36,30	40,13
168	•	•	•	•	38,27	35,28	38,27
174	•	•	•	•	36,30	35,28	36,30
180	•	•	•	•	36,30	35,28	37,30
186	•	•	•	•	•	34,23	•
192	•	•	•	•	•	35,28	•
198	•	•	•	•	•	32,02	•
204	•	•	•	•	•	30,85	•
210	•	•	•	•	•	33,14	•
216	•	•	•	•	•	32,02	•
222	•	•	•	•	•	27,06	•
228	•	•	•	•	•	29,64	•
234	•	•	•	•	•	27,06	•
Mittel.	41,63	45,97	44,46	45,23	40,53	38,03	42.14
Tiefe.	10½	11	12	13½	16	21	16

Tiefenmessung vom 16. April 1792, bey 11 Fuſs 10 Zoll Arnheimer Pegelhöhe, in dem ungetheilten Nieder-Rheine, nach der Linie FF (Tab. 14.) von der Nordseite, oder der Fley angefangen.

Anzahl.	Entfernung.	Tiefe.	Anzahl.	Entfernung.	Tiefe.
	Ruthen.	Fuſs.		Ruthen.	Fuſs.
1	1	$10\frac{1}{2}$	9	4	$15\frac{1}{2}$
2	$1\frac{3}{4}$	$10\frac{1}{2}$	10	4	16
3	4	11	11	4	20
4	4	11	12	4	21
5	4	12	13	4	$19\frac{1}{2}$
6	4	12	14	4	16
7	4	12	15	2	9
8	4	$13\frac{1}{2}$	16	$\frac{3}{4}$	0

§. 46. *Resultate vorstehender, im Jahre 1792 angestellten Messungen.*

Die Messungen geschahen in der Tab. 13. und 14. mit folgenden Buchstaben bemerkten Linien.	Entfernung der beyden äuſsersten Perpendiculairen von den Ufern.	Entfernung der Perpendiculairen von einander.	Wasserhöhen, nach denen die Profile berechnet wurden.		Breite der Profile in der Oberfläche.	Flächeninhalt der Profile.	Mittlere Tiefe der Profile.		Mittlere Geschwindigkeit der ganzen Profile.	Wassermenge, welche in einer Secunde abfloſs.
	Ruthen.	Ruthen.	Fuſs.	Zoll.	Ruthen.	Quad. Fuſs.	F.	Zoll.	Fuſs.	Cub.-Fuſs.
A.	$5\frac{1}{4}$	10	9	3	$140\frac{1}{2}$	$26421\frac{3}{4}$	15	$8\frac{1}{2}$	4,15517	109787
B.	5	$9\frac{3}{4}$	9	3	$97\frac{3}{4}$	$19153\frac{1}{2}$	16	$3\frac{37}{39}$	3,85536	73844
250 Ruthen unterhalb der Mündung des Pannerdenschen Canales.	$3\frac{1}{2}$	7	9	3	49	$7190\frac{1}{2}$	12	$2\frac{3}{4}$	4,69605	33767
D.	$3\frac{5}{8}$	7	7	$5\frac{3}{4}$	$49\frac{1}{4}$	$7017\frac{3}{8}$	11	$10\frac{1}{2}$	3,88159	27239
1130 Ruth. oberhalb der Ysselmündung.	$3\frac{3}{4}$	8	14	4	$63\frac{1}{2}$	12630	16	$6\frac{7}{8}$	4,14054	52295
E. (No. 1).	$2\frac{1}{4}$ *)	5	10	11	$28\frac{5}{4}$	$3088\frac{1}{8}$	8	$11\frac{1}{5}$	3,31244	10229
E. (No. 2).	$2\frac{1}{4}$	5	7	$5\frac{3}{4}$	$24\frac{1}{2}$	$2089\frac{1}{8}$	7	$1\frac{1}{4}$	2,92326	6107
F.	$2\frac{3}{4}$	8	11	10	$53\frac{1}{2}$	9108	14	$2\frac{1}{2}$	3,54733	32309

In dem Berichte, welcher diesen Messungen von 1792 beygefügt ist, heiſst es am Ende: „Nachdem wir den 13. April, bey einer Wasserhöhe von 14 Fuſs 10 Zoll, mit den Messungen in dem ungetheilten Nieder-Rheine, oberhalb der Ysselmündung, den Anfang gemacht, und bis den 17. April hiermit, als auch mit den Messungen in dem getheilten Nieder-Rheine, unterhalb der Ysselmündung, und in der Ysselmündung selbst, uns beschäftigt hatten, so war das Wasser bis zu 10 Fuſs 7 Zoll an gedach-

(*) Die letzte Perpendiculaire war 6 1/2 1/0 Ruthe vom nördlichen Ufer entfernt.

tem Pegel gefallen, weſswegen wir keine Vergleichung über die abgeführte Wassermenge des ungetheilten Nieder-Rheines, der Yssel, und des getheilten Nieder-Rheines haben anstellen können.

Bey den Messungen in dem noch ungetheilten obern Strome behielt das Wasser beständig einerley Höhe von 9 Fuſs 3 Zoll am Arnheimnr Pegel, weſswegen die Profile der Waal und der Mündung des Pannerdenschen Canales auch auf diese Höhe von 9 Fuſs 3 Zoll Pegelhöhe berechnet wurden, wovon auch die wirkliche Höhe, welche, bey den daselbst angestellten Messungen, statt hatten, wenig abwichen.

A. Die Wassermenge des noch ganz ungetheilten Stromes war	=	109787	Cubik-Fuſs.
B. Die der Waal war - - - - - - - - - -	=	73844	— —
Die in dem Pannerdenschen Canale, 250 Ruthen unterhalb dessen Mündung war (c) - - - - - - -	=	33767	— —
Der Unterschied, um welchen A gröſser als B + c ist, ist demnach - - - - - - - - - - - -	=	2176	— —

Oder setzt man die Wassermenge von A - - - - - - -	=	100.
So ist die von B - - - - - - - - - - - - - -	=	67,3.
Die von c - - - - - - - - - - - - - - - -	=	30,8.
Und der Unterschied - - - - - - - - - - - - -	=	1,9.

§. 47 Wenn man nun den Zustand der Flüsse vom 19. bis den 27. April, während welcher Zeit wir nähmlich mit den Messungen in A, B und c beschäftiget waren, betrachtet, so wird es bald einleuchtend, daſs das Vermögen des obern noch ganz ungetheilten Stromes, gröſser, als das der beyden Stromäste gefunden werden muſste. In den oben mitgetheilten Pegelhöhen sieht man, daſs das Wasser, während der Messungen in der Mündung des Pannerdenschen Canales, vom 19. bis den 21. April, 8 Zoll fiel. Hierauf stieg das Wasser den 22. April 3 Zoll höher, wodurch natürlich eine gröſsere Geschwindigkeit erzeugt werden muſste, als wenn es diese 3 Zoll nicht gestiegen wäre. Das Wasser blieb nun bis den 26. April so stehen, während welcher Zeit, vom 23. bis zum 26. April, nähmlich die Messungen in dem obern, noch ganz ungetheilten Strome geschahen. Während der Messungen in der Waal, vom 26. bis zum 27. April fiel wieder das Wasser 4 Zoll, wodurch also auch die Geschwindigkeit geringer geworden seyn muſs, als sie gewesen seyn würde, wenn des Wasserstand 9 Fuſs 3 Zoll geblieben wäre.

Bey der wiederholten Messung in dem ungetheilten Nieder-Rheine, nach der Linie DD (Tab. 14.), war die mittlere Wasserhöhe 7 Fuſs $5\frac{3}{4}$ Zoll. Auf diese Höhe ist auch die wiederholte Messung (E No. 2. S. 377) in der Yssel, (die eigentlich bey einer mittlern Wasserhöhe von 7 Fuſs $3\frac{1}{2}$ Zoll geschah) reducirt worden, um sie mit jener besser vergleichen zu können. Die Messungen in dem getheilten Nieder-Rheine, unterhalb der Ysselmündung, sollten wiederholt werden, welches aber wegen ungünstiger Witterung nicht geschehen konnte. Da indessen die vorhergehenden Messungen vor

1789, 1790 und 1792 die Richtigkeit und Genauigkeit der Methoden bewiesen haben, so läſst sich die Wassermenge des getheilten Nieder-Rheines aus dem Unterschiede des ungetheilten Nieder-Rheines und der Yssel herleiten.

Die Wassermenge D, des ungetheilten Nieder-Rheines war - .	=	27239 Cubik-Fuſs.
Die Wassermenge der Yssel E No. 2. - - - - - -	=	6107 — —
Also bleiben für den getheilten Nieder-Rhein - - -	=	21132 Cubik-Fuſs.
Oder setzt man D - - - - - - - - - - - - -	=	100.
So ist No. 2. - - - - - - - - - - - - - -	=	22,4.
Und der getheilte Nieder-Rhein - - - - - - - - - -	=	77,6.

§. 48. Zu einiger Vergleichung, wie groſs die mittlere Geschwindigkeit bey der mittlern Tiefe eines und desselben Profiles, bey verschiedenen Wasserständen (in diesen Fluſsbezirken) war, dient folgende Tabelle, in welcher die Buchstaben in der ersten Columne sich, wie bisher, auf die bemerkten Linien Tab. 13. und 14 beziehen.

Die Messungen geschahen.	Mittlere Tiefe.		Mittlere Geschwindigkeit.	Verhältniſszahlen der mittlern Geschwindigkeiten.	Verhältniſszahlen der Quadrate der mittlern Geschwindigkeiten.	Verhältniſszahlen der mittlern Tiefen.
	Fuſs.	Zoll.	Fuſs.			
1790 in der Linie A A.	9	$5\frac{1}{2}$	3,48024	100	100	100
1792 — —	15	8	4,15517	119	142	166
1790 in der Linie B B	12	1	2,62640	100	100	100
1792 — —	16	$3\frac{37}{39}$	3,85536	132	174	135
1790 in der Linie D D	9	$11\frac{1}{2}$	2,98948	100	100	100
1792 — —	11	$10\frac{1}{2}$	3,88159	130	196	119
1789 — —	11	$4\frac{1}{2}$	4,12100	138	190	114
1790 in der Linie E E	4	—	2,45594	100	100	100
1792 No. 1. — —	8	$11\frac{1}{5}$	3,31244	135	182	223
1792 No. 2. — —	7	$1\frac{1}{4}$	2,92326	119	142	178
1789 — — —	9	$2\frac{3}{5}\frac{1}{2}$	3,90430	159	253	230
1790 in der Linie F F	7	$6\frac{1}{5}$	3,10940	100	100	100
1792 — —	14	$2\frac{1}{2}$	3,53733	114	130	189

§. 49. Einen wesentlichen Einfluſs auf die Geschwindigkeit und Neigung des flieſsenden Wassers, so wie auf den Angriff des Stromes und der Eisgänge, und auf die Verminderung der Hochgewässer, kurz auf die Bequemlichkeit der Schifffahrt, und Sicherung der Uferlande, hat die Fluſsrinne (§.)*) Sie ist gleichsam des Stromes Pulsader, die seine Bewegung befördert, und selbst dann erhält, wenn die Wassermenge der Profile eines groſsen Fluſsbezirkes gleich, folglich der Druck des Wassers aufgehoben ist. (S. §. 37.) Die Fluſsrinne bestimmt des Stromstriches Richtung (§. 9.); in den Flüssen der ersten Art (§. 6.), des Stromes Neigung und Geschwindigkeit also den

*) Ihre Mitte ist auf den mehresten Stromkarten, die bey diesem Werke ausgegeben werden, punctirt, oder ausgezogen. Da in ihr fast immer die gröſste Geschwindigkeit statt findet, so ist sie auf vielen Karten (als Tab. 1. 2. 3. 4. u. s. w.) beschrieben mit *Stromstrich.*

Grad seines Angriffes auf die Flufsufer. Es wird daher nothwendig: die Einwirkung der Flufsrinne auf den Lauf des Stromes näher zu betrachten.

Ueber die Flufsrinne ziehen die Stromfäden hin, weil sie die tiefste Stelle des *Flussbettes* ist. Diese Wirkung erfolgt aber nicht allein vermöge des Gesetzes der Schwere, sondern auch aus der Klebrigkeit des Wassers. Sie ist also in diesem Falle einer anziehenden Kraft ähnlich. Das Bestreben des Wassers, ihr näher zu kommen, mufs in dem Maafse kräftiger seyn, je nachdem ihr Abfall bedeutend ist, oder je nachdem sie sich stromabwärts erweitert. (§.) Die von ihr angezogenen Stromfäden bilden daher mit der Lage der Flufsrinne eine schräge Richtung, so wie sie von den Ufern ab nach ihr hinfliefsen. Es entsteht also über ihr und in ihrer Nähe eine Zusammenziehung und Beschleunigung des Stromes, welche eine Senkung von dessen Oberfläche verursachen.

Diese Zusammenziehung, und die Tendenz der Stromfäden nach der Flufsrinne oder dem Stromstriche hin, ist aber für den Ufer- und Deichbau von der äufsersten Wichtigkeit, und von den wohlthätigsten Folgen. Aus ihr läfst es sich erklären, warum, selbst bey einem hohen Strome, die Beschädigungen, die das Ufer treffen, nicht sehr beträchtlich sind, wenn die Flufsrinne vom Ufer entfernt, oder nicht auf dasselbe gerichtet ist. Sie erklärt es auch, wefswegen der hohe Strom dem Rheinufer nicht so gefährlich ist, als der Wellenschlag beym herrschenden und starken Westwinde. Das Bestreben des strömenden Wassers, sich nach der tiefsten Stelle des Bettes, folglich nach der Stromrinne, hinzuziehen, leidet indessen Modificationen, insbesondere dann, wenn diese Rinne sich abwärts zusammenzieht, (verengt) und so eine trichterförmige Gestalt bildet. Da werden nähmlich die untern Wasserschichten in ihrem Abflusse gehemmt, folglich auch die obern. Da nun, vermöge der Eigenschaft flüssiger Körper, jeder Druck in der Masse fortgepflanzt wird §. 28., so mufs der Strom in der Nähe einer trichterförmigen, sich unterhalb verengenden Flufsrinne retardirt werden. Daher kann es kommen, dafs der Strom über eine solche Flufsrinne erhoben ist. Wo sie aber nicht diese Gestalt hat, da wird der Strom immer eine gesenkte Oberfläche über die Flufsrinne haben. Dabey mufs ich jedoch erinnern, dafs die Convexität des Stromstriches allemahl Wirbel und Widerströme nach den Ufern hin erzeugt, und dafs der sogestaltete Strom die Ufer angreift, wenn derjenige mit einer im Stromstriche gesenkten oder concaven Oberfläche den Strom von den Ufern ab, und nach der Flufsrinne oder dem Stromstrich hin zieht. Es ist also in der Practik die Erweiterung der Flufsrinne (flufsabwärts) öfters sehr nützlich.

Die Senkung der Oberfläche wird aber um so beträchtlicher seyn müssen, je gröfser der Abhang des Flufsbettes und die Geschwindigkeit im Stromstriche ist, weil alsdann das Wasser über der Flufsrinne hin, oder im Stromstriche vermöge des grofsen Abhanges, viel schneller als an den Ufern fliefst.

Folgende Messungen bestätigen das vorgetragene.

Die Senkung der Oberfläche des Rheins war			Die Geschwindigkeit an der Oberfläche im Stromstriche war	Die Neigung auf 1000 Fuſs betrug
	Zoll.	Linien.	Fuſs.	Linien.
Tab. III. von O nach P	2	$9\frac{1}{2}$	3,855	6,8
— — von G — D	1	$8\frac{1}{4}$	3,140	6,0
Oberhalb Linz Tab. V.	3	4	5,400	2,89
Gegen Düsseldorf Tab. I. von Y nach X	4	—	5,920	3,95

Diese Beobachtungen sollen indessen keineswegs dazu gebraucht werden, um ein allgemeines Gesetz aufzustellen, sondern sie mögen nur die Veranlassung zu mehreren Versuchen seyn. Uebrigens zeigen sie, daſs die Senkung mit der Geschwindigkeit zunimmt, daſs ihre Gröſse also auch von den Stromengen abhängig ist, und daſs sie in einer regulairen Bahn unmerklich wird. Hätte im Stromstriche keine Senkung statt, so würde er auch nicht die schwimmenden Körper anziehen, welches doch in einer engen Stelle der Fluſsbahn geschieht, und bereits auf eine weite Fluſstrecke.

§. 50. Hat die Fluſsrinne in einem Fluſsbezirke einen partiellen gröſsern Abhang, als in einem andern, so wird da auch die partielle Neigung des Stromes beträchtlicher seyn. Dieſs bestätigt das in Tab. 17. aufgenommene Längenprofil. So verhält sich z. B. die Neigung oberhalb des mittlern Stromarms bey Honnef Tab. 4. und 17. zu der Länge, worin sie statt hat, bey 3 Fuſs 5 Zoll Pegelhöhe, wie 1 : 7546; und weiter hinunter, im mittlern Arme von L bis gegen das Ende der Honnefer Insel, wie 1 : 989. Wird nun der Fall der Fluſsrinne in Betracht gezogen; so ergibt sich derselbe in der letztern Fluſsstrecke zu 3 Schuh, da sie hingegen in der ersten Distanz 11 Schuh steigt. Wir wollen hierdurch keineswegs eine allgemeine Regel über das Verhältniſs des Abhanges vom Bette zu der Neigung der Oberfläche abstrahirt wissen, da diese sich nicht bloſs und allein nach dem Abhange einzelner abgeschnittener Strecken des Bettes richtet; es hat hier nur bemerkt werden sollen, daſs seine Erhöhungen und Vertiefungen, die es in der Fluſsrinne hat, einen wesentlichen Einfluſs auf die Verschiedenheit der Neigung und Geschwindigkeit des flieſsenden Wassers haben, und das daher der generelle Abhang eines Flusses bedeutend, die Geschwindigkeit aber dennoch nicht groſs seyn kann, weil, wie wir sehen, die Fluſsbarren, das sind die einzelnen Erhöhungen des Bettes, den Lauf des Stromes stören.

§. 51. Die Geschwindigkeit des Stromes wird, in gewissen Fluſsbezirken, aber nicht allein von der Gröſse des Abhanges vom Fluſsbette, von dem Druck jedes obern Profils auf das zunächste, sondern auch unter andern Ursachen dadurch vermehrt, wenn eine enge Fluſsbahn in eine weitere übergeht, so wie sie umgekehrt geschwächt

wird, wenn eine weite Bahn sich allmählig oder schnell verengt. Diese Vergröfserung der Geschwindigkeit hat (nähmlich in dem obern Flufsbezirke) statt. Eine weite Bahn oder breite Stromprofile gestatten der fliefsenden Wassermasse einen ungestörten Abflufs aus der engen Bahn in die Weite. Diese schlürft gewissermassen den aus der engern Bahn tretenden Strom an sich, bringt daher nicht eine Erhebung der Oberfläche oder eine geringere, vielmehr eine gröfsere Neigung, oberhalb, hervor, wodurch die Geschwindigkeit zunimmt. So hängt demnach dieselbe in einem obern Flufsbezirke von den Profilweiten des untern Flussbezirkes ab. Will man also den Strom in den obern Flufsbezirken acceleriren, so erweitere oder vertiefe man die untere Bahn. Eine Maafsregel, die bey den Durchstichen sehr wichtig ist: denn diesen ihre Ausmündung mufs man, diesem Grundsatze gemäfs, stäts weiter und tiefer als die Einmündung machen. Diese Lehre wird von dem Verhältnifs der Profile gegen einander bestätigt, wie diefs im §. 35. bewiesen ist.

§. 52. Eine enge Flufsbahn mufs nothwendig in der oberhalb ihr liegenden weitern Bahn die Geschwindigkeit des Stromes verringern, weil der durch dieselbe fliessende Strom einer Contraction, und oberhalb dem Anfange der Stromenge einer Erhebung unterworfen ist, die den Abflufs des von oben kommenden Volumens zu stören trachtet. Soll daher in einem obern Flufsbezirke die Geschwindigkeit verringert werden, so mufs man die Bahn des untern Flufsbezirkes verengen. Also mufs auch eine sich abwärts convergierende Flufsrinne die Geschwindigkeit in den obern Profilen vermindern; vorzüglich auch defswegen, weil bey einer solchen sich verengenden Flufsrinne nicht selten längs den Ufern bedeutende Widerströme und Wirbel, die den Lauf des Wassers hindern, entstehen. Wir sehen also, dafs auf diese Weise eine engere und untere Flufsbahn auf die Geschwindigkeit in der obern Flufsbahn gerade die entgegengesetzte Wirkung hat, die in der engern Bahn selbst eintritt. Darin wird nähmlich die Geschwindigkeit vermöge der gröfsern Tiefe und des durch den eingeengten Strom vermehrten Druckes der obern Profile auf die untern, zunehmen. §. 36.

§. 53. Die Messungen, welche ich vom Rhein in der Zeit anstellte, als ich während sechs Jahren im Herzogthum Berg dem Wasserbau vorstand, geben über die Sätze der vorhergehenden §§., und darüber: dafs die partiellen Erhöhungen des Bettes einen wesentlichen Einflufs auf die Neigung und Geschwindigkeit des fliefsenden Wassers haben, aus der Natur selbst gegriffene Aufschlüsse. Diese hydrometrischen Messungen, von denen ich mehrere zu verschiedenen Zeiten wiederholte, will ich demnach hier mittheilen.

Das auf Tab. 17. dargestellte und hierher gehörige Nivellement ist auf einen und denselben Wasserstand, wobey ich an dem merkwürdigen, ohnweit Unkel Tab. 5. in dem Rhein stehenden Unkelstein einen festen Punct angegeben habe, reducirt. Die auf Tab. 1. 2. 4. bis 9 angegebenen Tiefen gehen alle von der niedrigsten Wasserhöhe des Rheins abwärts.

Während ich diese zum Theil auf Tab. 17. figürlich angegebenen Messungen anstellte, stand der Rhein an den verschiedenen Localpegeln so.

Messungen.	Datum.	Bey Cöln.		Bey Düsseldorf.		Bey Emmrich.	
		Fufs.	Zoll.	Fufs.	Zoll.	Fufs.	Zoll.
	1794						
Tiefen- und Geschwindigkeitsmessungen.	28. May.	5	8	2	7	2	8
	29. —	5	9	3	1	3	2
	30. —	5	11	3	5	3	6
Nivellement und Tiefenmessungen.	31. —	5	11	3	6	3	11
	1 Juny.	6	0	3	6	4	2
Geschwindigkeitsmessungen.	2. —	6	0	3	6	4	1
	3. —	6	0	3	6	4	1
	4. —	6	0	3	6	4	1
Nivellement und Tiefenmessungen.	12. —	5	5	3	0	3	4
	13. —	5	3	2	11	3	10
	14. —	5	1	2	10	2	11
	15. —	5	0	2	10	2	9
	16. —	5	0	2	9	2	7
2te Operation und Fortsetzung des Nivellements.	3. Sept.	8	2	6	2	6	6
	4. —	8	2	6	1	6	4
	5. —	8	2	6	1	6	0
	1793						
	20. Aug.	6	0	3	6	3	7
Tiefen- und Geschwindigkeitsmessungen.	21. —	6	0	3	6	3	8
	22. —	6	1	3	6	3	$7\frac{1}{2}$
	23. —	6	0	3	5	3	8
	24. —	5	11	3	5	3	8
	25. —	5	10	3	5	3	7
	1794						
Tiefen- und Geschwindigkeitsmessungen bey Düsseldorf.	31. May.	5	2	2	10	3	7
	1. April	5	1	2	9	3	6
Unterhalb Düsseldorf bis zur ehemal. Preufsischen Grenze.	22. Juny.	5	3	2	10	2	8
	23. —	5	4	2	11	2	$9\frac{1}{3}$
	24. —	5	5	2	12	2	10

I. Tabellarische Uebersicht der hydrometrischen Messungen, welche über die Neigung der Oberfläche des Rheines, und über die Geschwindigkeiten im Stromstriche an der Oberfläche und 6″ darunter, bey den vorbemerkten Wasserhöhen, wobey der Strom in einem ziemlich regelmäſsigen Beharrungsstande war, mit der hydrometrischen Kugel angestellt worden sind.

Observations-Puncte, zwischen denen mehrere Visir-Stationen gemacht wurden.	Neigung der Oberfläche.			Die bemerkten Distancen sind dem Stromstriche nach entfernt.	Setzt man die Neigung = 1, so ist die Länge	Geschwindigkeit an der Oberfläche im Stromstriche.
	Fuſs	Zoll.	Linien	Fuſs. *)		Fuſs.
Tab. V. und XVII.						
Von der alten Aar-Mündung E bis F	—	4	4	720	1987	5,11
von hier bis zur untern Mündung von F bis G	—	3	11	648	2095	5,90
von G bis gegen Linz im Profil Q	—	8	3	2604	3787	5,40
— Q — Linzhausen oder bis O	—	3	—	2592	6220⅘	4,90
— O — unter Kasbach — — K	—	6	9	5004	8896	4,10
— K — G bey Erpel	—	4	1	3600	10579	3,40
— G — E unter Remagen	—	9	—	2880	3840	3,01
— E — C gegen einen Bach	—	9	2	4920	6441	3,32
— C — A unter Unkel	1	4	9	4092	2935	2,96
— A — X ober Oberwinter.	—	8	5	3984	5581	2,95
— X — Y gegen die Honneffer Enclavirung	1	4	6	6600	4800	3,28
— Z — L im mittlern Arm	—	2	6	1572	7546	4,79
von L bis gegen das Ende der Honneffer Insel	2	8	9	2700	989	7,10
von dieser Insel bis c gegen Roendorf	2	—	—	4920	2460	6,72
von c bis d unter Mehlem - -	2	1	6	4596	2163	6,20
— d — e gegen Dollendorf	1	6	4	10800	7069	4,47
— e — f Kirche von Ober-Cassel	1	2	4	6984	5847	5,55
— f — g bey der alten Windmühle	1	—	4	7080	6889	5,13
Tab. VI.						
Von g bis h gegen den Wichelhof	2	11	6	11340	3833	4,06
— h — R gegen die Sieg - -	2	9	9	6180	2197	6,90
— R — l oberhalb Reith - -	2	4	9	10500	4386	3,90
— l — m { dem rechtseitigen Strom-	1	8	9	8160	4719	3,30
— m — n { striche nach	1	2	8	4800	3927	5,67
— n — o unter Nieder-Cassel	—	10	10	3300	3655	3,42
— o — r gegen Nieder-Weſslingen	2	10	2	9840	3456	4,40
— r — s gegen Langeln - -	2	8	4	11340	4211	3,97
— s — t zwischen Suerd und Weiſs	1	4	6	6000	4364	3,90
— t — u gegen die Porzer Windmühle	2	6	1	8400	3351	4,60
— u — v gegen das rothe Haus- -	1	4	3	5520	4075	3,50
Tab. VIII., oder Sectio III.						
Von v — w unter Rothenkirchen	3	3	—	10980	3378	4,60
— w — zu den Schiffsmühlen -	3	—	2	12000	3981	4,14
von diesen bis zu der Kirche in Mülheim - - - - - -	4	5	—	14400	3260	5,20
				Mittlere Neigung	3922	

NB. Oberhalb Düsseldorf zwischem dem Dorfe Hamm und der Erf-Bach verhielt sich die Neigung zur Länge wie 1 : 1872; nähmlich bey 22 Fuſs Pegelhöhe.

*) Das Maaſs ist das rheinländische.

II. *Tabellarische uebersicht, den Abhang des Bettes, und die Neigung der oberfläche von einem Theile des Rheins betreffend. Dazu werden Tab. 4. 5. 6. 7. und 17. gebraucht.*

Puncte, zwischen denen die Erhöhungen des Bettes (Queer-Untiefen) statt finden.	Abhang des Bettes in der tiefsten stelle der stromrinne von der Aar-Mündung an.			Neigung der oberfläche.			Entfernungen von der Aar-Mündung.	Setzt man den Abhang = 1 so ist die Länge.	Setzt man die Neigung = 1 so ist die Länge.	Abhang des Bettes, zwischen zwey Erhöhungen des Bettes.			Neigung der oberfläche zwischen zwey Erhöhungen.			Entfernungen der Erhöhungen.	Setzt man den Abhang = 1 so ist die Länge.	Setzt man die Neigung = 1 so ist die Länge.
	Fuſs.	Z.	L.	F.	Z.	L.	Ruthen.			Fuſs.	Z.	L.	F.	Z.	L.			
Von der Aar-Mündung E bis I gegen die Kasbach	3	2	0	2	2	0	757	2869	4192	3	2	0	2	2	0	757	2869	4192
bis No. II. unter Remagen	+	6	6	3	5	6	1560	+34560	5413	+ 3	8	6	1	3	6	803	+ 2598	7460
1te Abtheil. des Profils XVII. bis Nro. III. gegen oberwinter.	+	6	0	6	6	0	2637	+62955	4843	0	0	6	3	0	6	1077	24491	4194
L oberhalb der Rheininsel bey Honneff	+ 3	1	4	7	10	8	3183	+12224	4821	+ 2	7	4	1	4	8	546	+ 2509	4717
C gegen Röndorf.	0	7	5	12	7	5	3818	74129	3631	3	8	9	4	8	9	653	2088	1647
2te VI. unter Romersdorf	6	9	0	15	9	0	4825	8578	3676	6	1	7	3	1	7	1007	1971	3858
3te VII. gegen die fliegende Brücke bey Bonn	13	8	0	20	8	0	7030	6173	4082	6	11	0	4	11	0	2205	3826	5382
l oberhalb Reith	18	7	11	26	7	11	8677	5580	3906	4	11	11	5	11	11	1647	3958	3298
n gegen die Kirche von Nieder-cassel	18	7	4	29	7	4	9787	6291	3954	+	0	7	2	11	5	1080	+266606	4179
X. oberhalb Rothenkirchen	32	10	0	43	4	0	14159	5174	3921	14	2	8	13	8	8	4402	3714	3850
XI. gegen die Mündung des verlandeten stromarms oberhalb cöln	36	5	0	46	5	0	15045	4960	3896	3	7	0	3	1	0	895	2997	3483
XII oberhalb Mülheim	38	5	0	50	5	0	16476	5174	3922	2	2	0	4	11	0	1422	8532	4266
XIII. casseler Berg. Tiefste stelle.	44	5		60	6	4	19780	5343	3922	6	0	4	10	1	4	3304	6578	7757

† Bedeutet also das steigen des Bettes, und zwar in der ersten colonne in Rücksicht der Lage von der Fluſsrinne gegen die Aar-Mündung, und in der sechsten colonne in Rücksicht der Erhöhungen (der tiefsten stellen der Fluſsrinne) gegen einander.

Ueber die Geschwindigkeit im Stromstriche an der Oberfläche mit der hydrometrischen Kugel, und 4" darunter, sind noch folgende Beobachtungen angestellt worden:

Bey 5 Fuſs 11 Zoll Cölner Pegelhöhe

Tab. IV.	War die Geschwingigkeit des Rheins von der Breitbach bis zum Anfange des Bleswerkes H	3,76 Fuſs.
	Von H bis Y betrug die Geschwindigkeit . . .	2,30 —
	— L — gegen die obere Spitze des Nonnenwehrts .	5,61 —
	— dieser Spitze bis gegen das Ende des Gravenwehrts	8,60 —
Tab. VI. unter Bonn.	— h bis oberhalb Graven - Rheindorf bey R . .	7,76 —
	— hier — k gegen der Mitte von Graven - Rheindorf .	8,60 —
	— k — l	3,34 —
Tab. VII.	— der Mühlheimer Kirche bis zum Casseler Berge .	4,45 —
	Bey 2 Fuſs 11 Zoll Düsseldorfer Pegelhöhe.	
Tab. I.	Gegen Düsseldorf von dem Heerder Damm abwärts . .	563 —
Tab. IX.	Von der Festungs - Ecke von Düsseldorf bis 41 Ruthen oberhalb des Hauses auf dem Lüricker Wehrt	4,98 —
	Von hier bis gegen den Bach, der oberhalb Langst in den Rhein flieſst (*)	4,51 —
	Vom obern Hause in Rheinheim, welches hinter dem Damme liegt, bis zur Auffahrt zur Uerdinger Fähre . .	4,56 —
	Im rechtseitigen Fluſsarme bey der Bodberger Insel . . .	3,79 —
	Im linkseitigen Fluſsarm	2,46 —
	Von der Uerdinger Auffahrt zur Fähre bis zur Bodberger Ecke	2,46 —
	Von dieser Ecke im mittlern Fluſsarm bis zur Blörsheimer Fähre	4,46 —

§. 54. Jetzt will ich die Analyse dieser Messungen aufzustellen versuchen. Bey ihr wird vorzüglich die Aufmerksamkeit auf das Steigen und Fallen des Bettes; auf seine Form und auf die Lage der Fluſsbahn, so wie auf die Geschwindigkeit und Neigung gerichtet seyn müssen. Die Leser werden gebeten, um dieses hier zu verstehen, die Tabellen 4. 5. 6. und 17. vor sich zu nehmen, und die im vorigen §. gelieferten Resultate nachzusehen.

Wenn man das Queer-Profil, welches gleich unterhalb Linz (siehe die oben auf Tab. fünf stehende Fluſskarte) genommen ist, auf Tab. 17. betrachtet, so sieht man, daſs die Fluſsrinne mitten in der Bahn liegt, daher auch an den Ufern kein Angriff, kein Abbruch statt findet. Die Figur des Bettes, und die ziemlich enge Bahn erklärt demnach, wie die Geschwindigkeit im Stromstriche so ansehnlich seyn kann. §. 36. Sie war bey 5 Fuſs 11 Zoll Cölner Pegelhöhe, 5, 4 Fuſs in der Secunde. Vermöge dieser Schnelligkeit, der ansehnlichen Tiefe der Fluſsrinne, und ihrem bedeutenden Abhange, (Tab.

(*) Wegen des Windes muſste die Beobachtung unterbrochen werden.

17.), der die ursache von der unmerklichen Neigung der oberfläche ist, die sich zur Länge, wie 1: 3787 verhält, kann der strom in solcher engen Bahn fliefsen.

Unterhalb Linz würde im stromstriche die Geschwindigkeit wegen der verengung der Bahn, noch gröfser, als oberhalb in der weiten Bahn seyn müssen §. 36, wenn das Bett gegen Linzhausen (Tab. 17. unter O) nicht stiege; wenn die Bahn nicht bey K (Tab. 5.) sich verengte. §. 51. Mit dieser Erhöhung des Bettes nimmt auch die Geschwindigkeit und die Neigung ab. Je mehr das Bett vor Kasbach steigt, desto geringer wird die Neigung. §. 49. Dafs dieselbe von K nach G so unbeträchtlich ist, obgleich der strom noch mit ansehnlicher Geschwindigkeit im stromstriche fliefst, entsteht von dem steigen des Bettes und dem beynahe trapezförmigen Queerschnitte. In diesem Flufsbezirk ist nähmlich die Geschwindigkeit in der Nähe der Ufer nicht sehr beträchtlich geringer, als im stromstriche, weil die beyden Ufer beynahe parallel laufen. Ferner sind es die Erhöhung des Bettes in E und (II. Tab. 17. das obere Längenprofil) welche keine beträchtliche Neigung des stromes zulassen §. 50. Die Neigung zwischen K und G ist defswegen geringer, als zwischen G und F, weil die stromenge G bey Erpel (Tab. 4.) eine Aufstauung des stromes hervorbringt §. 52., und der strom aus einer engen Bahn in eine weitere tritt. §. 51. Sobald nun der strom über den Rücken des Bettes, der oberhalb E Tab. 17. liegt, hinübergleitet, nimmt die Geschwindigkeit wegen des vergröfserten Abhanges zu. Die Neigung von der oberfläche bleibt demungeachtet geringer (s. die Tabelle 5.), weil die Bahn in C enger, als in E ist (Tab. 4.) wodurch ihre Aufstauung entsteht. §. 55. Von C bis A wird die Neigung gröfser, weil hier schon der Abflufs des stromes durch die Erweiterung des Flufsbezirkes gegen oberwinter begünstigt und die Neigung vergröfsert wird *); auch fällt das Bett von C bis A (Tab. 17. oberes Profil) merklich. In diesem verhältnifs, als hier das Bett fällt, nimmt aber die Geschwindigkeit defswegen nicht zu, da die erhöhte Lage des Bettes gegen X (s. 2tes Profil Tab. 17.) ihren Einflufs, das heifst eine störung der Geschwindigkeit, äufsert. Hierzu kömmt noch, dafs die Flufskrümme bey unkel zur Retardation des stromes beyträgt. Ferner können auch die übrigen stromfäden in dieser Bahn, nicht viel langsamer als der stromstrich fliefsen, weil die Profile eher Trapezia als Triangel sind **). In der Nähe desjenigen Profils, welches gegen der Unkeler-Kirche genommen ist (Tab. 4. und 17.), war auch die Geschwindigkeit, in Hinsicht der Figur des Bettes, gröfser, als weiter abwärts.

*) In der weiten Bahn bey oberwinter kann sich das obere wasser ausdehnen, das untere wird aber von dem steigenden Bette in seinem Abflusse gehemmt, und so theilt sich diese Hemmung, vermöge der cohäsion, dem obern wasser mit.

*) Es ensteht also auch an der oberfläche eine Retardation des stromes. Diefs beweist eine von mir im grofsen Maafsstabe gezeichnete Karte, die sich in den Porte-feuilles befindet, welche der *Kaiser von Rufsland* von mir im Jahr 1804 an sich gekauft hat, und die eine vielleicht in ihrer Art einzige sammlung von Karten und wasserbauwissenschaftlichen zeichnungen enthalten.

Jemehr sich nun der strom, dem von X nach III. (tab. 4. 5. und 17.) steigenden bette nähert, desto geringer wird die neigung und geschwindigkeit. §. 50. Von X bis Y würde wohl die neigung nicht stärker, als von A bis X seyn, wenn nicht bereits die grofse neigung und geschwindigkeit unterhalb L, das ist zwischen den honneffer Inseln, auch die neigung oberhalb vergröfserte.

Von Y bis L (tab. 4. und 5.) ist die geschwindigkeit merklich gröfser, als zwischen X und Y, ungeachtet die neigung geringer ist. Ein resultat, welches von dem gröfsern abhange des bettes zwischen den Inseln, der auch oberhalb eine gröfsere geschwindigkeit hervorbringt, entsteht. Diese geschwindigkeit wird aber durch den aufstau, den die Inseln und ihre vorbänke R und T erzeugen, dennoch geschwächt. Ein bey allen stromtheilungen eintretender fall. §. 71.

In dem mittlern stromarme ist der abhang, die geschwindigkeit und die neigung gröfser, als oberhalb und unterhalb, indem die flufsbahn sich gegen röndorf zu erweitert. §. 51.

Dafs die neigung von d bis e weit geringer als von e bis f ist, obgleich die, geschwindigkeit hier nur wenig die geschwindigkeit in dem erstern raum übertrifft, entsteht von der irregulairen form des bettes, und von der flufsenge zwischen dollendorf und blittersdorf, wodurch eine retardation im obern flufsbezirke erfolgt. §. 51. Eine gleich enge bahn unter ober-kassel bringt eine ähnliche wirkung hervor.

Unterhalb bonn ist die geschwindigkeit im stromstrich gegen graven-rheindorf (tab. 6.) in der, von der vor den mündungen des siegflusses liegenden kiesbank und den zwo Inseln, eingeengten bahn*) wieder bedeutend §. 36; die oberfläche wird aber unter h von der flufsenge selbst defswegen nicht aufgestauet, weil das bett gegen die pfaffenmütze, trapezförmig gestaltet ist. Eine figur, die den abflufs begünstigt. Dieser wird auch noch überdem von der weiten bahn zwischen gräven-rheindorf und reith sehr befördert. Aus diesen datis und aus dem beträchtlichen abhange des bettes von g bis h (tab. 17.) ist demnach die rapidität des stromes erklärbar; sie ist ungewöhnlich grofs, nähmlich zwischen h und R, das ist zwischen bonn und rheindorf 6,90 fufs in der secunde.

Die übrigen abweichungen, welche in den s. 74 u. 75 mitgetheilten messungen statt finden, sind nicht so beträchtlich, um eine besondere erörterung zu verdienen, und es wird sie derjenige, der dieses raisonnement gelesen hat, ohne mühe erklären können.

§. 55. Zu den ursachen, welche den lauf des stromes verzögern, müssen die *widerströme* §. 20 gezählt werden. Sie ziehen nähmlich die stromfäden von der richtung der flufsbahn ab, werfen sie also seitwärts, und verringern so die geschwindigkeit. Sie entstehen vorzüglich am concaven ufer; am convexen können sie nicht hervorgebracht werden, weil die strommasse nach der tiefesten stelle des bettes, das

*) Diese bahn ist bey dem wasserstande von 4 fufs pegelhöhe wegen der kies-Anlange vor der sieg mündung sehr enge.

ist, nach der Flufsrinne, die dem concaven Ufer näher, als dem convexen liegt, zugeworfen wird. Unter jedem aufgestauten Theil des Stromes, oder unter jedem, den Strom über seine natürliche Neigung aufschwellenden, also seinen Abflufs augenscheinlich hemmenden Hindernifs, es bestehe aus einem scharf hervorstehenden Ufer, oder einem künstlichen Bauwerke, wenn es gleich nur sehr wenig in den Strom hineingeht, (siehe Tab. 16. Fig. A und Tab. 15. No. 3.) müssen Widerströme erfolgen, weil die gestaute Strommasse sich, nachdem sie dasselbe zurückgelegt hat, schnell ausdehnen kann, weil sie aus einem beengten Profil in ein weites übertritt. (S. Tab. 13. die im Rhein vor Griethausen liegenden Bauwerke). Dafs dem so ist, beweisen die häufigen Erscheinungen, die jedermann in lebhaften Strömen beobachtet. In langsam fliefsenden und zugleich kleinen Flüssen und Bächen wird aber der Widerstrom nur eine schwache und unmerkliche Wirkung äufsern, weil das ganze aufgestaute Volumen nicht Kraft genug hat, auf die untern Profile einen solchen Druck auszuüben, der ihre Stromfäden seitwärts treibt.

Jedes Bauwerk, das frey in den Strom hineingelegt ist, verursacht einen Aufstau desjenigen Stromtheils, der zwischen dem Ufer und der Spitze des Werks abzufliefsen gehindert ist, weil hierdurch a) das Breitenprofil des Flusses geschmälert ist, und b) der Strom seine natürliche Neigung nicht behält. Ein solches Werk bewirkt also einen Kampf des so aufgestauten Wassers mit dem eigentlichen Strom, wodurch unterhalb dem Werke die Wiederströme entstehen.

Jemehr man daher das Breitenprofil des Flusses mit einem frey in den Strom hineingehenden Bauwerke schmälert, desto heftiger wird der Kampf des aufgestauten Wassers mit dem durch dieses Profil fliefsenden Volumens seyn müssen, und desto gröfsere Widerströme werden unterhalb bewirkt. Aus diesem Gegeneinanderströmen des aufgestauten Wassers und des eigentlichen Stromes entstehen nun auch oberhalb einem solchen Bauwerke, oder einer weit in den Strom hereintretenden Ufernecke, *Wirbel*, die die Geschwindigkeit des Stromes stören. Beyde Effecte kann man vorzüglich da, wo Werke perpendiculär auf die Flufs-Rinne liegen, sehen.

§. 56. Da nun der durch ein natürliches oder künstliches Hindernifs, d. i. durch eine hervortretende Ufernecke oder durch Bauwerke in seinem Laufe gehemmte oder aufgestaute Stromabschnitt desto stärker auf den vor das Hindernifs vorbeyziehenden Strom drücken kann, je gröfser sein Volumen ist: so mufs nothwendig in schnellen, tiefen und grofsen Flüssen, je nachdem das Bauwerk weit in die Flufsbahn hineingeht, der oberhalb demselben liegende Strombezirk bedeutend aufgestaut, und der untere Strombezirk gesenkt werden. Indem also ein gröfseres aufgestautes Volumen kräftiger auf ein niedriger stehendes wirkt, so müssen in gröfsern Flüssen auch gröfsere Widersströme als in kleinen Flüssen entstehen. Kleinere Radien werden die Widerströme aber haben müssen, wenn das Bett einen grofsen Abhang hat, weil alsdann der aufgestaute Strom sich gleich um das Bauwerk umdreht, und auf das Ufer fällt. Diese Wirkungen kann man bey

denen, in dem Rhein, der Donau, und an denen in Bergflüssen, als der Isar, so wie dem Lech, angelegten perpendiculairen Werken beobachten.

§. 57. Ueber ein solches frey in den Strom hineingehendes Bauwerk entsteht bey dem dasselbe übersteigenden Wasserstande, so lange ein Ueberfall, ein Aufthürmen des darüber strömenden Wassers, als der Strom noch nicht eine Höhe erreicht, vermöge welcher derselbe von unten herauf gegen das Bauwerk selbst tritt. Je höher also der Strom wird, desto geringer ist die Wirkung des Aufstaues, oder desto unmerklicher ist das Aufthürmen des überströmenden Wassers über die Oberfläche eines in den Strom hineingehenden Bauwerkes, bey welchem Umstande die vorher erwähnten Widerströme nothwendig aufhören, weil die Ursachen, welche sie hervorbrachten, aufgehört haben. Daher wird auch der Ueberfall bey einem mittleren Wasserstande des Stromes stärker, als bey einem sehr hohen seyn, wenn nähmlich das Werk frey in den Strom hineingeht, und zwischen seinem Ende und der Wurzel keine merkliche Neigung des Stromes statt hat. Sobald aber die Neigung zwischen diesen Puncten beträchtlich wird, kann erst bey einer größern Höhe die Abnahme der Geschwindigkeit des überfallenden Wassers eintreten, weil der Aufstau noch besteht. Bey Enclavirungswerwerken wird der Strom schon sehr hoch werden müssen, wenn die Geschwindigkeit des darüberstürzenden Wassers abnehmen soll; indem sie zwischen dem obern Strom und dem untern Wasser eine Scheidewand bilden, folglich einen der Neigung des abgedammten Flußarmes entsprechenden Fall oder Wassersturz formiren, der nur durch die Zurückstauung des untern Stromes aufgehoben werden kann.

§. 58. Ferner fließt über jedes Wehr das Wasser so lange perpendiculär mit dessen Richtung, als der von unten heraufstauende Strom diesen Ueberstürz nicht vollständig überwältigt hat. Erreicht aber der Strom eine Höhe, wobey die Geschwindigkeit des Ueberfalls abnehmen muß, so wird sich auch diese Richtung ändern, ja zuweilen in Widerströme und Wirbel sich drehen. Hieraus geht demnach hervor, daß die größte Wirkung eines frey in den Strom hineingehenden Bauwerkes ein Maximum, das ist die weiteste Ablenkung des Stromes von dem zu beschützenden Ufer, entstehen müsse, wenn der Strom mit dessen Oberfläche gleich steht, und daß daher der Ingenieur nur auf die Geschwindigkeit, welche bey dieser Höhe entsteht, Rücksicht nehmen müsse. Doch! ich werde auf diesen wichtigen Gegenstand noch öfter zurückkommen.

§. 59. Widerströme und Wirbel entstehen auch, wenn der Strom aus einem natürlich engen Profile in ein weiteres tritt, weil die Stromfäden sich in dem letztern seitwärts ausdehnen, an die Ufer anstoßen, und dann Drehungen formiren. Einen der größten Wirbel oder Strudel findet man dieser Ursache wegen in der Donau oberhalb Linz, der *Donaustrudel* genannt. Daß die Erweiterung der Bahn Widerströme erzeugt, beweist auch die Honnefer Enclavirung des Rheins (Tab. 4.), wo bey A H der Widerstrom C punctirt ist. Sollen dergleichen Wirbel entfernt werden, so muß

die Flufsbahn eine reguläre Richtung und parallele Ufer erhalten, wie ich denn einen solchen gewaltigen Wirbel in dem Inn bey Rattenberg in Tyrol bey 32 Schuh Tiefe abgebaut habe. Ein Werk, das ich im 2ten Abschnitte beschreibe.

§. 60. Solche Widerströme, die gewöhnlich von den in den Fluſs selbst hineingehenden Bauwerken unterhalb denselben verursacht werden, und wodurch das Ufer, welches man mit dem Bauwerke zu schützen glaubte, selbst in Abbruch geräth, kann man dadurch gröfstentheils aufheben, und unter gewissen Umständen gänzlich verhindern, dafs man an dasselbe einen Flügel ansetzt, oder demselben eine Bogenform giebt, das Ende aber mit einer sanft ablaufenden Böschung versieht.

§. 61. Die gröfsten Widerströme werden öfters in den Mündungen solcher Flüsse, in denen die Fluth eintritt, angetroffen, und indem sie vorzüglich die Geschwindigkeit des Flufsstromes schwächen, sind sie die Hauptursache der Versandungen des Bettes. Man kann daher nicht vorsichtig genug seyn, um sie mittelst in die See hineingehender Bauwerke, welche an der Seite, von welcher die Fluth oder der herrschende Wind eintritt, anzulegen sind, zu entfernen. Kurz man mufs die Profile der Mündungen den vorne angeführten Grundsätzen gemäfs, reguliren, worüber ich weiter unten mehr sagen werde.

§. 62. Aus dem in den vorletzten §§. vorgetragenen sehen wir nun, dafs die Form und Gestalt der Flufsbahn, der Flufsrinne und überhaupt des Flufsbettes von wesentlicher Einwirkung auf die Natur des Stromes und seiner Geschwindigkeit ist. Wenn daher die Flufsufer den möglichst geringsten Angriff vom Strom erhalten sollen, so mufs auch die Figur des Bodens so beschaffen seyn, dafs die Stromrinne in dessen Mitte liegt; folglich müssen die Ufer parallel laufen. Ohne Zweifel wird die benetzte Fläche des Bettes, wenn sie einen Halbkreis bildet, am vortheilhaftesten zur Erreichung dieses Zweckes seyn, weil die Strommasse alsdann den geringsten Angriff auf das Bett ausübt. Nächst dem Halbkreise ist es diejenige Linie, welche demselben am nächsten kömmt*). Natürliche Flufsbetten haben aber leider keinen Kreisausschnitt. Ich sage leider, denn diefs würde voraussetzen, dafs die Bahn vollkommen regulär wäre, dafs an den zwo Ufern kein Abbruch statt fände, und dafs die Hochgewässer nur äufserst selten aus dem tiefen und regulären Flufsbette heraustreten könnten. Die Flufsbetten haben aber nicht einmal solche Queerschnitte, die Rectangel bilden, und zwar defswegen nicht, weil die Geschwindigkeit immer gröfser im Stromstriche, als längs den Ufern ist, und weil das Material des Bettes so wie das der Ufer weder dem Strom noch den Eisgängen widerstehen kann! Daher die Abflächung des Vorufers, daher die trapezförmige oder sanft ablaufende Figur des Umfangs der Flufsbetten, daher die muldenförmige Gestalt der Flufsrinne längs einem Schartufer.

*) Der berühmte *Brindley* hat zu den unterirdischen Canälen in England die Ellipse angewandt; unter andern ist so ein Theil des Canals zwischen *Oxford* und *Lichfild* unterirdisch ausgemauert.

§. 63. Ein regulärer Flufs, dessen Ufer parallel und in gerader Richtung laufen, in dessen Mitte die Strom-Rinne liegt, dessen Abhang gleich der Neigung ist, worin in allen möglichen Perpendiculairen (in gleichen Entfernungen von den Ufern) im Längenprofile eine und dieselbe Geschwindigkeit statt hätte; ein solcher hydrometrisch regulärer Flufs würde einen halben Kreis zur Figur des Umfangs seines Bettes haben. Treffen nun zwar bey natürlichen Flüssen diese Data nicht so zu, so ist doch gewifs ein solcher regulärer Flufs das Ideal, welches die Wasserbaukundigen in den mehrsten Fällen vor Augen haben sollten, wenn sie Vorschläge über die Rectificationen der Flüsse und über die Entfernung der Ueberschwemmungen entwerfen.

Man deute diefs aber nicht so aus, als wenn ich so lange an einem Flusse gebauwissen wollte, bis er ein solches reguläres Bett erhalten habe, das man weder antreffen wird, noch hervorbringen kann, es müfste denn ausgemauert werden. Näher wird man diesem Ideale aher kommen, wenn zweckmäfsig, als wenn zwecklos gearbeitet wird, und vorzüglich dann, wenn die Entwürfe stets *zur Vertiefung des gesammten Bettes* abzwecken. Jemehr nämlich das Bett vertieft wird, desto niedriger steht der Strom mit seiner Oberfläche, und desto weniger sind Ueberschwemmungen zu fürchten.

Die Gestalt der Breitenprofile (der Umfang des Bettes) hat demnach einen wesentlichen Einflufs auf die Geschwindigkeit im Stromstriche, und auf die, in der Nähe der Ufer. Die erstere wird z. B. gröfser seyn, wenn das Bett einen triangelförmigen Umfang hat, als wenn es trapezförmig gebildet ist. (*) Hieraus sehen wir auch, dafs in wenig Material führenden Flüssen die Bauwerke sich in die Flufsbahn hinein verlieren müssen, um nicht durch die hohe Aufstauung von einem Theil des Stroms die Geschwindigkeit vor dem Bauwerke dergestalt zu vergröfsern, dafs daselbst eine schädliche Tiefe entstehe. Eine vor dem Kopf eines Bauwerks liegende bedeutende Tiefe zieht nämlich nicht nur den Stromstrich, so wie auch die Eismassen an, und wirkt daher auf die Richtung des obern Stromes nachtheilig, indem man denselben doch von dem Ufer, vor welches das Bauwerk liegt, entfernen wollte, sondern sie vermehrt auch den Angriff auf das Bauwerk, und auf dies Ufer selbst.

In den wenig Material-führenden Flüssen, wo die Anhägerung sowohl oberhalb, als unterhalb den Bauwerken nur nach Jahren statt findet, und die ein aus feinen Stoffen bestehendes Bett haben, wird man niemals mit isolirt in den Strom liegenden, viel weniger mit perpendiculären Werken, einen erwünschten Effect hervorbringen; es sey denn, dafs die Geschwindigkeit des ihre Krone erreichenden Stromes sehr geringe, etwa zwey Schuh in der Secunde betrüge. Anders verhält sich diefs aber bey

(*) Zu Entwässerungsgräben aber, die geradlinigte Seitenwände haben, und in weichen Boden gegraben werden müssen, kann auch ein solches Profil gebraucht werden, welches der Ober-Baurath Eytelwein in seinem vortrefflichen Handbuche der Mechanik fester Körper und der Hydraulik S. 187. vorschlägt. Setzt man die Höhe eines solchen Profils $= e$, so ist seine untere Breite $= 2e$, der Umfang $= 4e$, und der Inhalt $= 2e^2$.

Flüssen, die viel Material führen, bey denen also auch die Wirkung der Bauwerke, d. i. hier die Anhäufung von Material, bey einem Hochgewässer geschieht.

Ein solch langsam fliefsender Strom kann nämlich weder eine Vertiefung des Bettes, noch einen schädlichen Angriff auf gut construirte Bauwerke ausüben, folglich wird das Werk auch nicht den Strom anziehen.

§. 64. Vorzüglich verringern aber die Flufskrümmen oder Serpentinen die Geschwindigkeit unserer Flüsse. Es ist nämlich der generelle Abhang des Bettes die wesentliche Ursache der Bewegung. Da nun derselbe nothwendig geschwächt werden mufs, je nachdem der Flufs viele und grofse Krümmungen hat, folglich darin einen längern Weg macht, als der gerade Weg beträgt, so ist es klar, dafs die Serpentinen die Geschwindigkeit je nach ihrer Länge verringern. Ein zweyter, den Lauf des Stromes verzögernder Umstand besteht bey den Flufskrümmen darin, dafs, indem die Stromrinne in der Nähe des concaven Ufers liegt, die Strommasse selbst eine gröfsere Adhäsion an diesem Ufer erfährt, welches eine Verringerung der Geschwindigkeit bewirkt.

So einfach diese Darstellung auch ist, und so vollgültig sie von unsern Flüssen, die wir vor unsern Augen sehen, bestätigt wird, haben dennoch einige Schriftsteller davon abweichende Theorien aufgestellt. Einer schreibt sogar den Angriff des Stromes auf das concave Ufer einer Flufskrümme, der *Fliehkraft* des Stromes zu. Brunings drückt sich hierüber (in der holländ. Sprache) so aus: „Diefs kömmt mir nicht der Sache angemessen vor, obgleich bey einer jeden Krümme ein Radius angenommen werden kann, so ist es doch sehr befremdend, das Centrum der Krümme für den Mittelpunct der Bewegung anzunehmen, wenn man die Ursachen der Bewegung der Flüsse aufsucht. Meiner Meinung nach wird der Anfall des Wassers auf das gekrümmte Ufer aus der Richtung des Stromstrichs erkläret werden müssen. Ueberdem lehrt die Erfahrung, dafs die Serpentinen den Lauf der Flüsse verträgen. Das unveränderliche Gesetz bey Flüssen, wornach das eine Ufer convex werden mufs, wenn das andere concav, oder ein Schartufer ist, folgt aus dem umgekehrten Verhältnisse und dem unveränderlichen Moment der Profile (§. 35.), und es scheint mir ein Mittelpunct der Schwungkraft zur Erklärung dieses Gesetzes nicht nöthig zu seyn. Der Strom, durch zufällige oder künstliche Veranlassung auf ein Ufer hingeleitet, wird längs demselben Tiefe und Abbruch verursachen. Soll also das Profil die nämliche Gröfse behalten, so mufs an dem gegenüberstehenden Ufer Anwachs entstehen. Das Ufer mufs also convex werden. Diese Convexität, welche anfänglich die Wirkung von der Auswühlung des Bettes vor dem entgegengesetzten Ufer war, wird nun die Ursache, dafs der Strom je länger, desto mehr sich diesem Ufer nähert, und so nimmt also an der einen Seite die Convexität, wie an der andern Seite die Concavität zu."

Wer dem Wasser in Flufskrümmen eine aus der Bewegung und Geschwindigkeit des herumlaufenden Körpers entstehende Fliehkraft zuschreiben wollte, die den Körper, nach der Tangente, von dem Mittelpuncte der Bewegung zu entfernen strebt,

der müste auch in den Serpentinen eine beschleunigende Geschwindigkeit nach dem Mittelpuncte, also nach dem convexen Ufer hin annehmen, welches aber gerade der Natur der Flüsse widerspricht. Richtet sich die Geschwindigkeit nicht nach dem Abhange und der Weite des Bettes? Wer kann eine Messung aufweisen, woraus hervorgienge, dafs irgend eine Serpentine den Lauf des Flusses beschleunigt hätte? Und ist es nicht gewifs, dafs der Strom in einer jeden Krümmung langsamer, als in der geraden Bahn fliefsen müsse, wenn alle andere Data, als der Abhang des Bettes, und dessen Form, so wie die Wasser-Masse gleich gesetzt werden, und zwar defswegen, weil das in der Serpentine fliessende Wasser nach verschiedenen Richtungen strömt, daher Widerströme u. d. gl. annimmt, und eine gröfsere Adhäsion an den Ufern und dem Bette erfahren wird, als in der geraden Bahn. Alles dieses mufs eine Störung oder Abnahme der Geschwindigkeit zur Folge haben. In der geraden Bahn fliefst aber das Wasser in der — seine Geschwindigkeit befördernden Richtung, und der Haupt-Stromstrich nähert sich mehr der Mitte der Flufsbahn, als in Flufskrümmen, wodurch also derselbe fähig ist, die übrigen Stromfäden an sich zu ziehen, und die Adhäsion des Wassers an die Ufer zu verringern (§. 29.), folglich den Strom selbst zu beschleunigen. Ferner verursachen die Serpentinen Eisstopfungen oder Eisdämme, die den Abflufs des Stromes hemmen, also Ueberschwemmungen erzeugen, welche Dämme durchbrechen, und schreckliche Verwüstungen anrichten. Der Wasserbaukundige sieht sich daher öfters genöthigt, dieselben mit Durchstichen zu vermeiden, und so dem Flufs eine bessere Richtung zu geben.

§. 65. Da nun die Serpentinen auf so mancherley Weise den Abflufs der Ströme stören, die Hochgewässer (während den Eisstopfungen) aus dem eigentlichen Bette hinausleiten, und so der zertheilte Eisgang, so wie der hohe Strom nicht genugsam auf das Bett wirken können, so verursachen sie Versandungen der Flufsbetten, die in der Folge den Strom immer höher hinauftreiben. In grofsen Flüssen scheinen mir also vorzüglich Durchstiche, und zweckmäfsige, die Hochgewässer zusammen haltende Deiche, das genugthuende Mittel zu seyn, um die Versandungen der Betten, so wie die Ufer-Abbrüche zu verhindern, diese zu beschützen, und jene fortzuschaffen, folglich die Inondationen zu entfernen, weil eben durch die Erhaltung der tiefen Lage des Stromes die Erhebung desselben über die Ufer und Deiche verhindert wird.

Das Vorurtheil, welches die in der Flufsbaukunde Unerfahrnen haben, dafs nämlich die Geschwindigkeit des Stromes in dem Verhältnisse vergröfsert werde, als seine Neigung vermehrt wird, ist äufserst nachtheilig für die Verbesserung der Flüsse gewesen. Sie bedenken nämlich nicht, dafs die mittelst des Durchstichs vermehrte Neigung des Stromes sich sowohl oberhalb, als unterhalb des Durchstichs in dem Strome selbst ausdehnt, dafs die dadurch vermehrte Geschwindigkeit dem Strom ein solches Vermögen giebt, womit er das Flufsbett vertieft, mithin die Profile vergröfsert. So wie aber die Tiefe und Breite des Durchstiches zunimmt, mufs nach dem Gesetz §. 35, die

Geschwindigkeit abnehmen. Ein gleiches gilt von der Neigung, denn diese wird in dem Verhältnifs verringert, als die Profile nach und nach, durch die Austiefung und Erweiterung des Bettes, zunehmen. So mufs also die Oberfläche des in dem Durchstiche fliessenden Wassers mit der zunehmenden Tiefe des Bettes sich senken, und diese Aushöhlung so lange fortdauern, bis das Bett einen solchen Abhang, welcher der tiefen Lage des Flufsbettes, der, sowohl oberhalb als unterhalb dem Durchstiche liegenden Flufsrinne entspricht, erhalten habe.

Auf diese Weise nimmt die Geschwindigkeit in dem Durchstiche nach und nach wieder ab, je nachdem er sich vertieft, und bis zur Breite eines in parallelen Ufern fliessenden Strombezirks sich erweitert. So dafs also nur der hohe Strom vermittelst demselben eine weit gröfsere Geschwindigkeit erhält, als womit derselbe in die Serpentine flofs, und der niedrige Strom nur wenig schneller wird. Nun ist es aber vorzüglich die Absicht, mit Durchstichen die Hochgewässer so schnell als möglich abzuführen, folglich sind sie in der Flufsbaukunde ein souveraines Mittel zur Abwendung der Ueberschwemmungen.

Um diese Vertiefung, das ist, den zur Senkung der Oberfläche des Stromes erforderlichen Abhang hervorzubringen, müssen Durchstiche, die nicht durch solche die höchsten Wasserstände übersteigenden Uferlande gezogen werden können, mit den hohen Strom einschränkenden Leitdämmen zu beyden Seiten (Tab. 23.) versehen werden, wenn man die regelmässige Vertiefung des Bettes von schiffbaren Flüssen in kurzer Zeit, oder bey den ersten Hochgewässern bewirken will. Ein anders ist es aber, wenn man an den Seiten der Durchstiche vermittelst des über solche aus festen, den Angriffen und dem Ueberstürtze des hohen Stromes widerstehenden Leitdämmen, Vorland zu erzeugen genöthigt ist. In diesem Fall mufs man den einen oder andern Leitdamm, oder beyde Leitdämme zugleich so niedrig legen, dafs der gewöhnlich viel Material bringende Strom, wenn er diesen Stand erreicht, darüber hinstürzt. Beyde Zwecke: die Vertiefung des Durchstichs und die Verlandung, lassen sich aber erreichen, wenn man die Leitdämme so von Erde aufführt, dafs sie, wenn sie diese Absicht befördert haben, vom Strom selbst fortgeführt werden, wie diefs unter andern bey dem Bylandschen Durchstiche der Waal (Tab. 23. No. I.) geschehen ist.

§. 66. Von den Wirkungen der Durchstiche haben uns die blossen Theoretiker wieder so viele Aufgaben mitgetheilt, dafs, wenn diese sich anwenden liessen, der Erfolg genau berechnet werden könnte. Durch sie erfährt man wie die Geschwindigkeit — die Neigung, und die Wasserhöhe von einander abhängen. Ist es aber nicht die vortheilhafte Richtung, welche die Stromrinne in der, mittelst eines Durchstiches bewirkten geraden Bahn mit den Ufern macht, ist es nicht der mit dem Durchstiche vergrösserte partielle Abhang des Bettes, der dem Strom ein gröfseres Vermögen, die Stoffen fortzuwälzen und das Bett zu vertiefen, giebt, indem man seinen Lauf abkürzt, und die Hindernisse, welche ihn in Serpentinen retardiren, entfernt? Sind es auch nicht in Serpentinen die Engen und Weiten so wie die Gestalt der Flufsbahn, sind

es endlich nicht die widerströme, welche den Lauf des wassers verändern und bestimmen? Folgt nicht öfters daselbst, wo in dem Flusse Inseln liegen, ein hoher strom eine andere Flufsrinne, als der niedrige? Und kann man diese Fragen auch nicht gröfstentheils auf den Effect der Durchstiche anwenden? Gesetzt der Durchstich ergöfse sich da in den Fluss, wo die Bahn des Flusses enge ist, wird dann wohl die Geschwindigkeit in dem Durchstiche so beträchtlich seyn, als wenn sie weit wäre?

§. 67. Wir begnügen uns, diese Fragen dem eigenen Nachdenken der Leser vorzulegen, die sie sich selbst leicht beantworten und einsehen werden, dafs man über die Geschwindigkeit, welche in Durchstichen entstehen wird, keine genaue Berechnung im voraus anstellen könne: wenn sie mit einiger Aufmerksamkeit die vorhergehenden §§. gelesen haben. Also auch bey Aufgaben, die den hydraulischen Effect der Durchstiche betreffen, können keine allgemeine Formeln angewandt werden. Wir wissen nur in hydrotechnischer Hinsicht, dafs die Durchstiche defswegen zur Correction der Flüsse und Abwendung der Inondationen so kräftig wirken, weil sie Eisstopfungen verhindern, des hohen stroms Geschwindigkeit befördern, und ein tiefes Bett hervorbringen, daher die Hochgewässer und die Eisgänge schneller abführen. Dafs sie wegen der anfänglichen vermehrung der Geschwindigkeit die Reinigung und Vertiefung der Flufsbetten bewirken, den strom längs den ufern vorbeyleiten, indem darin als in einer geraden Bahn die Flufsrinne sich der Mitte dieser Bahn nähert; die Flufskrümmen hingegen den strom auf das concave ufer führen, und in ihren Engen schädliche, den strom aufstauende Eisdämme hervorbringen. Wenn hier also die Durchstiche als sehr vortheilhaft angepriesen werden, so gilt diefs doch nicht bey allen Flüssen; denn es wäre z. B. bey den schnellen und bey hohen wasserständen zur schifffahrt fähigen Flüssen zu wünschen, dafs sich serpentinen in ihrem Laufe fänden, um die Rapidität zu hemmen. Selten werden indessen reissende Flüsse in grofsen Krümmen fliefsen: in ihrer Bahn finden sich gewöhnlich eine Menge Inseln und Kiesbänke, die viele Flufsärme bilden, und wodurch der schnelle Lauf des stromes in etwas gemäfsigt wird. Die Bergflüsse der Königreiche Baiern und Italien, die ich kenne, bestätigen diefs durchaus.

§. 68. Wenn sich zwey Gewässer, wovon jedes in ufer fliefst, begegnen, so ist es nach der Lehre des stosses, und aus der Mechanik bekannt, dafs ihr Abflufs oder ihre vereinigung gestört oder beschleunigt wird, je nachdem sie sich unter einem stumpfen oder spitzen winkel vereinigen. So einfach dieser satz, den die Natur der Flüsse täglich bestätigt, auch ist, so hat man doch einige sonderbare Theorien darüber aufgestellt. Unter allen scheint die von *Genneté*, aus seinen versuchen mit einem künstlichen canale abgeleitete, die gefährlichste für die Practik zu seyn *), denn er bringt die sonderbarste von der welt zum vorschein. Nach ihr sollen sich die Hauptflüsse nicht erhöhen, wenn gleich die Nebenflüsse sehr beträchtlich anschwellen, indem er die Geschwindigkeit der gröfsern wassermenge proportional setzt. Er

*) Experiences sur les cours des fleuves.

widerspricht gleich in der Vorrede*) der täglichen Erfahrung, wenn er sagt, daſs der Mayn den Rhein nicht anschwellen, daſs der Rhein nicht die Waal, und daſs die Yssel nicht den Rhein erniedrigen könne, ungeachtet jener der Waal, und diese dem Rheine ihr Wasser, welches sie abführen, entziehen. Wenn diese Behauptung statt fände, so könnten gar keine Ueberschwemmungen eintreten, und es würde einerley seyn, ob man der Waal durch den Rhein 40 oder 100,000 Cubik-Fuſs in der Secunde entzöge! Er betitelt seine Erfahrungen: *Paradoxa*. Ja wohl sind sie dieſs! Und es würde sehr unnütz seyn, selbst zu keinem Nutzen abzwecken, wenn davon viel gesagt würde. Der Abt Gaetano Sertor hat Genneté rechtfertigen wollen**). Er meint, derselbe habe die von ihm mit den künstlichen Gerinnen angestellten Versuche nicht auf Flüsse anwenden wollen, welches er jedoch offenbar und bestimmt, Seite 67 bis 73 gethan hat, wo er vorschlägt: die versandeten Flüsse in Holland dadurch zu reinigen, daſs man einen Fluſs um den andern an den Stromscheidungen zuschlieſsen möchte, um die sämmtlichen Wasser von zweyen Strömen auf eine Zeitlang in einen zu leiten. Wenn dann das Bett des einen vertieft wäre, so solle man diesen verschlieſsen, und das Wasser in den zuerst gesperrten leiten. Herrliche Vorschläge! Der Pater Gaudio hat auch in Rom Experimente mit Gerinnen angestellt, und ähnliche Resultate wie Genneté zu finden geglaubt. Sein Hauptgerinne war 1200 Fuſs lang, und hatte einen Schuh Abhang. Er leitete in diesem Hauptgerinne a ein anderes b ein, welches die Hälfte der Wassermenge des in a führte, und der Wasserstand in a nahm nicht zu. Die Wassermenge des dritten Gerinnes c = b und die Wasserhöhe in a war demungeachtet dieselbe. Hieraus leitet er also ab, daſs in dem Gerinne a die Geschwindigkeit doppelt so groſs geworden seyn müsse, nachdem die Wassermengen in b und c hinzugekommen waren. Ward der Zufluſs gleich 3 a, so nahm die Höhe nur um $\frac{1}{48}$ zu, bey 4 a war die Höhe $\frac{1}{25}$, bey 5 a $\frac{1}{16}$, bey 6 a um $\frac{1}{12}$, bey 7 a um $\frac{1}{9}$ der anfänglichen Höhe angewachsen. Doch diese Versuche können wenig nützen, da wahrscheinlich das Hauptgerinne bey seinem Abfluſs unbeschränkt war; weil darin nur ein sehr geringer Widerstand an den Wänden und auf dem Boden statt hatte; und weil endlich sich die Ausfluſsöffnung des Gerinnes a nicht in einem Flusse endigte, welches doch hätte seyn müssen, wenn einige Analogie zwischen diesen Versuchen und der Natur der Flüsse hätte statt finden sollen.

Die Wissenschaft gewinnt bey noch andern Theorien wenig. Da betrachtet Guido Grandi die Vereinigung der Flüsse als ein Parallelogram der Kräfte, und zerlegt die Flüsse nach den Gesetzen der Mechanik***). Hieraus folgt zwar, daſs die spitzwinkeligste Einmündung mit dem Hauptflusse die zweckmässigste zur Abführung

*) Le Rhin absorbe le Mayn à Mayence, sans que leurs eaux haussent, et sans élargissement de leurs lits. Voila cequi confirme les experiences que je fait à mon aise, avec mon fleuve artificiel.

**) Dissertatione idrostatica sopra il concorso dé Fiumi.

***) Man lese über diese Materie auch Kästners Hydrodynamik. §. 314.

des Wassers aus dem Nebenflusse ist. Und diese Theorie hat also doch einigen Nützen für die Practik, worin man nicht oft genug die Nachtheile erwähnen kann, welche aus den recht- und stumpfwinkeligten Vereinigungen entspringen; denn ein Nebenflufs, der sich unter einem rechten oder wohl gar unter einem stumpfen Winkel in den Hauptflufs einmündet, wird zurückgestauet. So trat z. B. ehemahls (als ich noch nicht die Mayndämme im Grofsherzogthum Hessen angelegt hatte) der Mayn, bey hohem Rheine, drey Stunden oberhalb der Mündung aus seinen Ufern, und überschwemmte die fruchtbarsten Fluren in einer Ausdehnung von mehreren Quadratmeilen, wegen der stumpfwinkeligten Flufsvereinigung. Soll dieses Uebel auch in den Gegenden bey Frankfurt, die nicht durch Dämme geschützt sind, vollkommen gehoben werden: so mufs man dem Mayn seine alte Mündung bey Cassel wieder geben, und da, wo er oberhalb übertritt, müssen solide Dämme angelegt werden. Von der Natur haben übrigens alle Nebenflüsse spitzwinkeligte Einmündungen gehabt, wie z. B. der Neckar, der Mayn, die Sieg, die Wipper, die Ruhr, und die Lippe. Nur durch Unverstand hat man die kleinen Flüsse rechtwinkelig, oder wohl gar gegen die gröfsern geführt. Was sind es für Grundsätze, wonach man handelte? Welcher Ingenieur würde sich unterfangen, die geringen Flüsse zum Streit gegen den Rhein anzuführen, da die Gewalt so ungleich ist! Doch es ist geschehen, und die Fluthen verderben so lange die Flufsgegenden, bis man sich entschliefsen wird, den Flüssen solche Mündungen zu geben, die mit den Grundsätzen der Hydraulik und mit der Erfahrung übereinstimmen. Die stumpfwinkeligten Einmündungen der Flüsse sind, wie mehrere Beyspiele zeigen, auch der Schifffahrt auf den Hauptflüssen äusserst gefährlich; sie lagern nähmlich so viel Flufsmaterial darin, welches das Fahrwasser verstopft und das zugleich die Oberfläche des Stromes aufschwellt. So hat der Bach bey Marktbreit das Fahrwasser oder die Flufsrinne des Mayns im Jahre 1810 fast gänzlich mit Material verstopft, und für die Schifffahrt nur eine enge Rinne gelassen, worin die Schiffe aufliegen.

Bossut hat uns auch über diese Materie im Dunkeln gelassen, denn er sagt in seiner Hydrodynamik §. 840.: „Wenn zwey Flüsse sich vereinigen, so ist die Breite vom Bette des Hauptflusses, worin sich der Nebenflufs ergiefst, allemahl geringer als die Summe der Breiten beyder Flüsse vor ihrer Vereinigung. Denn da in dem Hauptflusse die Wassermenge der beyden Flüsse strömt, so ist dessen Geschwindigkeit nothwendig gröfser, als jede von den Geschwindigkeiten der beyden einzelnen Flüsse, und hieraus folgt, dafs da bey einerley Wassermenge dieselbe Geschwindigkeit vorausgesetzt wird, der Queerschnitt des Hauptflusses kleiner seyn müsse, als die Queerschnitte beyder Flüsse vor ihrer Vereinigung.“ Diefs entspricht keineswegs den Wirkungen der Natur. Alle im Königreich Baiern in die Donau sich einmündende Flüsse fliefsen schneller, als die Donau. Wenn beyde Flüsse, der Nebenflufs wie der Hauptflufs, niedrig stehen, so ist fast immer die Geschwindigkeit des erstern gröfser, als des

letztern. So ist in diesem Falle die Geschwindigkeit der Sieg gröſser, als die des Rheins. Tab. 3. Wächst aber der Rhein von der Mosel und Aar, und die Sieg bleibt niedrig, so übertrifft die mittlere Geschwindigkeit des Rheins die der Sieg, und wird diese sehr hoch, und der Rhein bleibt niedrig; so erhöhet sie den Rhein unterhalb der Sieg. S. die Tabelle S.

So verschieden nun die Wasserhöhen des Recipienten oder der darin sich ausmündenden Flüsse sind, eben so verschieden sind die Wirkungen in Rücksicht der Geschwindigkeit, und dann werden diese auch von der Richtung, unter welcher sich der Nebenfluſs in den Hauptfluſs einmündet, abhängen. Es wäre demnach, um zu einer nähern Kenntniſs dieser so mannigfaltigen Erscheinungen zu gelangen, nöthig, daſs Pegel an den Mündungen der Flüsse gesetzt, und hydrometrische Messungen, in Rücksicht des Steigens und Fallens der Geschwindigkeiten, so wie über die Neigung angestellt werden. Ohne solche Beobachtungen sind alle Bestimmungen schwankend. Wäre man nach einer zahlreichen Reihe von Jahren noch nicht so glücklich, ein allgemeines Gesetz ausfindig zu machen: so könnte doch über diejenigen Fluſsvereinigungen, die ein Gegenstand hydrometrischer Arbeiten sind, mit einiger Gewiſsheit über die Zunahme der Geschwindigkeiten geurtheilt werden.

§. 69. Also muſs der Wasserbaukundige trachten, stets die Nebenflüsse in den Hauptfluſs unter einem spitzen Winkel einzuleiten, oder beyde Flüsse auf diese Art an ihren Vereinigungspuncten, mittelst Bauwerken, zu trennen, um die Geschwindigkeit beyder Flüsse zu vermehren, und so ihre Hochgewässer und Eisgänge unschädlicher abzuleiten. Vorschläge der Art finden aber selten Eingang! So habe ich bey einer über die bessere Leitung des Nekars bey Mannheim, und der Anlage eines Hafens, so wie über die Reinigung und Sicherung der Stadt gegen Ueberschwemmungen im Jahre 1801 gehabten Local-Commission, auch den Entwurf gemacht, den Neckar von dem Rhein mittelst eines diesen Grundsätzen entsprechenden Bauwerkes, zu trennen, aber nichts ist von diesen Vorschlägen befolgt, sondern man hat im Gegentheil auf der einen Seite Mannheim mit einem tiefen Graben mit ungeheurem Aufwande eingefangen, der die ungesunde Ausdünstungen vermehrt, und eine wahre Satyre auf die schönen Flüsse Rhein und Mayn ist. Man hoffte nämlich, durch diesen Graben die Gegend zu verschönern, oder man gab diese Absicht wenigstens vor.

Da ferner die Nebenflüsse, während den Eisgängen, so wenige Hindernisse von dem Hauptflusse als möglich erfahren müssen, um nicht Eisdämme zu formiren, und Ueberschwemmungen zu verursachen, wovon der Neckar und der Mayn Beyspiele sind: so müssen dieselben auch in Rücksicht ihrer selbst unter einem so viel als möglich spitzen Winkel in den Hauptfluſs oder Recipienten geleitet werden.

§. 70. Theilet sich nun ein Fluſs in zwey oder mehrere Fluſsarme oder Fluſsäste, die erst nach Zurücklegung eines langen Weges, oder gar nicht zu demselben zurückkehren, so sind die Maximen, auf die man bey Regulirung der Stromscheidung zu

achten hat, für die Flufsbaukunde, ja! öfters für den gesammten Wasserstand (§. 5.) eines Landes äufserst wichtig. Dieses tritt z. B. bey dem Rhein (Tab. 14. oder Tab. 23.), welcher sich in die Waal und den Pannerdenschen Canal, der weiter abwärts, bey der Insel Candia (Tab. 14.) der Nieder-Rhein heifst, so wie bey der Stromscheidung des Nieder-Rheins von der Yssel, die zu jenem nicht wiederkehrt, ein.

Bey Regulirung der Flufstheilungen oder Stromscheidungen mufs man vorzüglich darauf hinauswirken: dafs jeder der abgeleiteten Flüsse, hier der Nieder-Rhein und die Waal eine solche Wassermenge aus dem ungetheilten Flusse, d. i. hier aus dem Rhein (*) erhält, welche *Vermögen* genug habe (§. 16.), um sein Bett für die Schiffahrt und den Abflufs des höchsten Stromes tief genug zu erhalten, die aber dennoch nicht zu grofs für die engsten Profile zwischen den beyderseitigen Deichen oder natürlichen hohen Ufer sey. Um die Separation der Flüsse dieser Absicht gemäfs einzurichten, mufs der Wasserbaukundige die Wassermenge des ungetheilten Flusses (hier des Rheins) kennen, und die engsten Profile zwischen den Deichen der abgeleiteten Flüsse, so wie die Geschwindigkeit des hohen Stromes gemessen haben, um alles dasjenige betrachten zu können, was ich beym Deichbau von den Deichweiten vortragen werde.

2.) Der Grundsatz, welchen man daher vorzüglich vor Augen haben mufs, ist, dafs der abgeleitete Strom (der *Nieder-Rhein*), welcher mit seiner Mündung *ausser* der Richtung des ungetheilten Flusses (des Ober-Rheins) liegt, allemal alles andere als Abhang, Wassermenge u. f. w. gleich gesetzt, eine geringere Wassermenge erhält, als derjenige abgeleitete Strom (die Waal), dessen Mündung *in die* Richtung des ungetheilten Stromes fällt, vorausgesetzt, dafs seine Deichweiten nicht die des andern Stromes übertreffen, ein Fall, der aber defswegen niemals eintreten wird, weil ja sonst die Richtung des ungetheilten in denselben, und nicht in den andern hätte fallen dürfen.

Dieses mufs nothwendig so seyn, weil der Strom des ungetheilten Flusses in den letztern getheilten Strom sich sogleich fortbewegt, also die seitwärts liegende Mündung des erstern getheilten Stromes (des Nieder-Rheins) weniger Wasser empfangen kann, als die Mündung der Waal. Hieraus folgt demnach, dafs man, um eine zweckmäfsige Theilung des Stromes (des Ober-Rheins vid. Tab. 23.) zu bewerkstelligen (wohl verstanden unter sonst gleichen Umständen), den Separationspunct der Ufer, d. i., eines an der Stromscheidung zu legenden Bauwerks A, welches ein Separationswerk genannt wird, so nahe als möglich dem Trennungspuncte (Tab. 14.) der Flufsrinnen bringen, dafs man, wo möglich das Separationswerk A in der Richtung des Stromstriches von dem ungetheilten Strome, wenn derselbe vorher vollkommen hydrotechnisch regulirt ist, legen, und dafs man endlich mit diesem Werke A so weit

(*) Die Holländer nennen zuweilen den Rhein von der Stromscheidung bis Lobyt die *obere Waal*, weil ehemals bey Lobyt die Waal vom Rhein sich trennte.

gegen den Strom gehen müsse, bis weder der eine noch der andere von den beyden Flüssen, d. h. hier weder der Nieder-Rhein oder Pannerdische Canal, noch die Waal (*), einen von den Hauptflufs *seitwärts* abgehenden oder einen *einschlürfenden Strom* bildet. Endlich mufs der ungetheilte Flufs gleich oberhalb der Stromscheidung dergestalt reguliret werden, dafs darin weder Eisstopfungen noch Erhöhungen des Bettes erfolgen, weil sonst alle Verbesserungen der Stromscheidung selbst, vorzüglich während Eisgängen und Hochgewässern, nichts helfen. Die Anwendung dieser Regel findet der Leser in dem 2ten Abschnitt eben bey der Darstellung der Stromscheidung des Pannerd'schen Canals von der Waal weiter ausgeführt.

Der einschlürfende Strom empfängt nun 1) das vom ungetheilten Strom abgeführte Material, welches seine Mündung verstopft, oder sein Bett erhöht, und 2) setzten sich in dessen Mündung die Eisschollen zuerst fest, so, dafs darin ein Eisdamm entsteht, welcher dem 2ten getheilten Strome die Hochgewässer zuweifst. Solche Eisdämme wird man aber durch die Anwendung der oben aufgestellten Maximen in den Mündungen beyder Flüsse vermeiden. Wir sehen daher, welchen Nachtheilen ein von dem Haupt-oder ungetheilten Strom seitwärts abgehender Flufs unterworfen ist.

§. 71. Wiewohl ich über die Entstehung und Figur der Inseln in dem praktischen Theile mehrmals Gelegenheit zu sprechen haben werde, so will ich der Inseln dennoch hier erwähnen, weil sie eine vorzügliche Ursache zur Verträgung des Stromes sind. Diejenigen, die in einem beträchtlichen Stromzuge liegen, sind allemal gegen den Strom breit, und unten spitz gestaltet (**). (Man sehe, Tab. 3. 1. 4. und die übrigen Karten zu diesem Lande.) Diese Figur setzt dem Strome den geringsten Widerstand entgegen, und defswegen werden sie nach derselben vom Strom geformt. In Ebbe- und Fluth-Strömen bilden aber die Inseln zierlich gleichförmige Spitzen (Tab. 30. und 31). Solche Inseln, die ausser der Richtung des Hauptstromes liegen (vid. Tab. 3.), haben einen Bauch nach dem concaven Ufer, und ein gerades Ufer nach dem convexen, wie z. B. das Grafenwehrt bey Honneff (Tab. 4.), weil die Stromrinne in der Nähe des concaven Ufers liegt, folglich an der Insel eine Convexität entsteht.

§. 72. Die Inseln verursachen, indem der Strom auf dieselben stöfst, eben so wie die Separations-Spitzen der Flüsse eine merkliche Aufstauung des Stromes; verringern daher oberhalb die Geschwindigkeit, die Neigung und den Abhang. Diefs beweisen auch die angeführten Messungen. Ferner zeigen diefs in Hinsicht der Byfluenz der Ströme, die §. 45. mitgetheilten Messungen; wenn man nämlich die Geschwindigkeit und die weiter unten vorkommende Neigung der alten Mündung des Pannerdischen Canals mit der Geschwindigkeit und dem Abhange im Byland'schen Durchstiche vergleicht.

(*) Ehe man noch das Separations-Werk A Tab. 23. angelegt hatte, war der Pannerdische Canal oder der Nieder-Rhein ein vollkommen einschlürfender Strom, vide Tab. 24. Carte No. II.

(**) Gleiche Beschaffenheit hat es auch mit den Sandbänken und Untiefen.

§. 73. Da der Strom, nachdem er aus einer engen Bahn in eine weitere tritt, an Geschwindigkeit verliert, so entstehen unterhalb dem Bug der Serpentine gewöhnlich Inseln. Dies beweisen am Nieder-Rheine folgende Inseln, wovon eine noch vorhanden, die andern aber bereits mit dem festen Lande zusammenhängend sind, als Tab. 5. das Gravenwehrt Tab. 6., das Langeler Wehrt, das Zundorfer Wehrt Tab. 7,), der Katzenkopf bey Mühlheim, das Fillander Wehr, Tab, 18., das Monheimer-Wehr, das Unterbacher-, das Himmelgeister-Wehrt Tab. 19., das Lausewehr, die Carl Theodors Insel, das Kaiserswehr, die Bodberger Insel, und ehemals die Insel, worauf Weckrthof liegt, Tab. 10; der Alfumer Waard, die Insel bey Stop, Tab. 9.; die enclavirte Insel b. c. bey Merum; die Insel T, gleich oberhalb Wesel; das Hollands Waard; im Oberrhein die Insel unter Erfelden, Tab. 3., und mehrere Inseln am Rhein, der Donau, der Elbe, der Weser und an dem Inn.

Wo aber oberhalb der Insel eine Serpentine angetroffen wird, da liegt auch weiter gegen den Strom eine Insel. So lagen z. B. zwey Inseln zu gleicher Zeit bey Golzheim, und bey Zurik unter Düsseldorf in dem Rhein (Tab. 9.); so bilden sich jetzt zu gleicher Zeit zwey Inseln oberhalb Ürdingen zwischen Gollerwischenham und am Rheinberger Grund (Tab. 9.), liegt eine Insel, unter welcher am linken Ufer eine neue anfieng empor zu gehen, welche jetzt bepflanzt, und wo die Stromrinne mit der Perpendiculär-Krippe I gegen Ruschoren über zugeschlossen ist. Oberhalb der Stumingkofer Insel lag eine zweyte b. c. bey Mehrum. So lag unterhalb der Wesel der Römerwaard und der Carteuser Waard.

§. 74. Solche Inseln, die den Strom dergestalt zertheilen, dafs er die Fahrtiefe für die Schiffahrt verliert, oder die, der weiten Profile wegen, in dazwischen liegenden Flufsärmen für den Ablauf der Hochgewässer schädliche Erhöhungen des Bettes bewirken, müssen vermittelst Bauwerken mit dem festen Lande verbunden werden. Der von mir bey dem Dorfe Honneff (Tab. 4.) ausgeführte, im 2ten Abschnitt beschriebene Bau giebt hierüber ein praktisches Beyspiel!

§. 75. Ein anderes Mittel, um die oben bezeichneten Wirkungen der Inseln unschädlich für den Abflufs des Stromes und der Schiffahrt zu machen, besteht in der Anlegung von Schöpfwerken (§. 26.); vermittelst derselben kann dem einen oder andern Flufsarme eine gröfsere Wassermasse zugeführt werden, je nachdem man ihre Richtung anordnet: Siehe Tab. 30., das von Gorkum vor mir in Vorschlag gebrachte Schöpfwerk.

§. 76. Zu den Ursachen, welche die Geschwindigkeit des Stromes verringern, müssen, auch die *Eisgänge*, und vorzüglich die *Eisdämme* gezählt werden. Sie entstehen daselbst, wo der Strom nicht Vermögen genug hat, die einzeln schwimmenden Eisschollen fortzuwälzen, die sich dann unter- und übereinander schieben, bis das Eis eine feste Masse, einen *Eisdamm* bildet, und den Strom gleichsam sperrt. Ein Zustand, welcher so lange dauert, bis das Wasser zu einer Höhe angewachsen ist, die

ein hinreichendes Druckvermögen gewinnt, um diese feststehenden Eismassen zu heben, und fortzuschieben. Hat der Flufs nicht hohe Ufer oder Deiche, die bis zu dieser Höhe das Wasser einschliessen, so läuft es seitwärts aus, verliert daher diefs Vermögen, und dehnt sich auf die Uferlande aus.

Die Eisdämme sind daher die Ursache der Hochgewässer und Inondationen. Man mufs also beym Flufsbaue immer Erkundigung von der Beschaffenheit des Eisganges einziehen, und auf die Verhinderung der Eisgänge Rücksicht nehmen.

Will man also Ueberschwemmungen entfernen, so müssen die Ursachen, welche Eisdämme erzeugen, vermieden werden. Diese sind, wie gesagt: Flufskrümmen, einzelne Erhöhungen des Bettes, fehlerhafte Vereinigungen und fehlerhafte Ableitungen der Flüsse, zu enge Bahnen, zu weit in den Strom gehende Bauwerke und flache Ufer, über welche der Eisstrom sich ausdehnt, daher im Flufsbette selbst das Vermögen verliert, die Eismassen fortzuschieben. Durchstiche, reguläre Flufsbetten, und hohe Ufer (natürliche und künstliche) sind daher die wesentlichsten Mittel: die Flufsbetten zu vertiefen, und die Oberfläche des Stroms zu senken, d. i., die Eisdämme, folglich schädliche Anschwellungen des Stromes zu beseitigen. Daher mufs man die Deiche hoch genug anlegen, um diese Eisdämme zu vermeiden, d. i. den Strom bis zu der, zum Fortschieben oder Heben der Eisschollen erforderlichen Höhe aufzuschwellen.

Zur Erhaltung der Ufer und der Uferbauten ist indessen der Umstand zuträglich, dafs sich längs dem Ufer; und vorzüglich auf die Ufer, entweder die Eisschollen zuerst ansetzen oder aufhäufen, dafs über dieselbe sich der Eisgang aufwirft, und so eine Eisdecke entsteht, die gegen die, im Flusse treibenden, Eisschollen sowohl das Ufer als die Bauwerke beschützen.

§. 77. Als eine Ursache, die die Geschwindigkeit des fliessenden Wassers verringert, mufs auch das Fortwälzen des Flufsmaterials und der Umstand gezählt werden, dafs in dem Stromwasser eine Menge Thon, Sand und Erde schwimmt, sobald der Strom von Regengüssen oder Schneewasser hoch anläuft. Das Flufsmaterial wird nämlich nach und nach Flufs abwärts gewälzt; wozu eine gewisse Kraft erforderlich ist, und deren Ausübung nothwendig die Geschwindigkeit verringert. Widerstand und Hemmung des Stromes wird auch durch das Material, woraus das Flufsbett besteht, dadurch hervorgebracht, dafs das Wasser davon eine Adhäsion erfährt. Dieser mit der Adhäsion verbundene Widerstand wird nun natürlich bey einem Flusse, dessen Bett aus feinem Sande besteht, der gleichsam von dem Wasser durchdrungen ist, geringer, als bey solchem, welches ein festes Kieslager bildet, oder das aus, die Adhäsion vermehrendem Thonboden besteht, seyn müssen. Doch ich will von der natürlichen Beschaffenheit des Materials der Flufsbetten, und ins besondere von dem des Niederrheines, so wie von dem Widerstande, den es leistet, einiges anführen.

Dem Nieder-Rheine (*) wird aus der Mosel, der Aar, aus der Sieg, Acher und Wipper, so wie aus der Ruhr, eine unzählbare Menge Flufskiesel (**) zugeführt, der so häufig in seinem Bette angetroffen wird. Einige von diesen Flüssen werfen grofse Kiesel zu 25 Pfund schwer aus. Diese lagern sich anfänglich in der Nähe ihrer Mündungen, weil der Boden des Rheines nicht einen solchen jähen Abhang hat, als die Nebenflüsse. Je weiter man indessen von den Mündungen abwärts kömmt, desto kleiner, runder und glatter werden die Kiesel. So ist z. B. schon der Aar-Kiesel bey Bonn kleiner als bey Linz, der Sieg-Kiesel bey Mühlheim ist nicht mehr so ungeschlachtet und eckig, als bey der Siegmündung, und bey Wesel ist der Grand schon abgeschliffener und kleiner, als bey Ruheort. Da die Lippe nur Sand führt; so wird der Grand bey Rees feiner, als bey Wesel, und bey Emmrich feiner als dort. Unter Arnheim und Nymegen trift man nur Flufssand an. Dieser wird in der Waal immer Erd- und Staub-artiger, je weiter man Strom abwärts kömmt; in der Gegend von Gorkum, und weiter abwärts ist der Sand fein, und mit Erde vermischt. Es ist also unleugbar, dafs Kiesel in Grand, und dieser in Flufssand, der Flufssand aber in Erde verwandelt wird.

Dieses Abschleifen des Flufsmaterials kann so erklärt werden: Die Gebirgflüsse reissen, bey Anschwellungen, vermöge ihres starken Abhanges, und ihres schnellen Laufes, eine Menge eckiger Kiesel von den Ufern und dem Bette mit sich fort, die sie weiter abwärts zu ihren Mündungen wälzen, wo sie im Flufsbett ihre ursprüngliche scharfe, eckige Form verlieren, also abgerundet und abgeschliffen werden. So werden sie nun von den nächsten Hochgewässern weiter in einen zweyten Flufs geführt. Da wo sie aber an den convexen Ufern, oder auf Untiefen liegen bleiben, werden sie nach und nach von den darüber hinrollenden kleinen Kieseln abgeschliffen, kleiner und runder, so dafs sie selbst endlich der Strom wegführt. Mehr aber, als der Strom selbst, trägt, zur Fortwälzung der Kiesel, der Eisgang bey. Ihr Abschleifen geht ohne Zweifel so vor sich. Bekanntlich sind die Ströme, wenn sie anschwellen, trübe, und führen eine Menge, aus Steinen, Mergel, Sand und Erde bestehendes Material (***). Ein mit solchem Material geschwängerter Strom schleift nun dieses Material über die festliegenden Steine weg, wo alsdann die leichten Kiesel über die schweren hinrollen, und so schleifen die härtesten Steine ab, wenn sie nicht in äufserst flach ablaufenden

(*) Unter dem Nieder-Rheine wird hier auch derjenige Theil des Rheins, der von der Aarmündung abwärts fliefst, und der auf den Kupfertafeln V. bis XIV. dargestellt ist, verstanden. In Holland versteht man darunter den Rhein unterhalb der Stromscheidung, das ist unterhalb dem Pannerdenschen Canal Tab. 14.

(**) Unter Kiesel verstehe ich Kieselsteine von beträchtlicher Gröfse; und unter Kies oder Grand solche abgerundete Kiesel, wovon die gröfsten eine Faust grofs sind.

(***) So bringt z. B. die Mosel in den Rhein röthliches Material, welches aus Sandsteinen und Mergel besteht. An diesem erkennet man auch in den niedern Stromgegenden, ob der Rhein vom Mosel-Wasser angelaufen ist.

Bänken liegen. Das Abschleifen erfolgt nothwendig um so schneller, je rapider der Strom fliefst (**). Es ist diese Arbeit der Natur auch mit dem künstlichen Abschleifen mit Schmergel zu vergleichen. Dafs selbst die gröfsten Steinmassen abgeschliffen werden, sehen wir an solchen, die in Flüssen liegen; denn sie werden immer glatte und runde Oberflächen haben, wenn sie nicht aus Basalten, die wegen ihrer Härte wenig von ihrer Form verlieren, bestehen. Das erstere beweisen auch unter andern die grofsen Steine, welche unter Köndorf in dem Rheine liegen (Tab. 4). Sie mufsten noch im 15ten Jahrhundert rauhe Porphyre seyn, denn damals sind sie von dem Thurme des Schlosses Drachenfels, den steilen Berg hinab in den Rhein gerollt. Es wurde nämlich in dem 13ten Jahrhundert, dem Grafen dieser Burg, von dem Kaiser aufgegeben, den baufälligen, und zum Theil schon eingestürzten Thurm abtragen zu lassen, weil sein Einsturz eine gänzliche Sperrung des Rheines zur Folge haben müsse. Diese Porphyre, welche damals eine rauhe Oberfläche hatten, (wenn man nach den übrigen Ruinen urtheilt) sind jetzt glatt und rund abgeschliffen. Noch schneller und kräftiger, als der mit trübem Material angefüllte Strom, bewirkt der Eisgang das Abschleifen der Steine, der Kiesel und des Grandes, besonders an dem Grundeise. An dem Eise frieren eine Menge Steine, und dergleichen Materialien fest, die Eisschollen, welche eine feste Kruste haben, schleifen über die Steine weg, und rollen sie von ihrem Lager. Stärker als die gewöhnlichen Eisgänge wirkt aber das Treib- oder Grund-Eis auf das Material des Bettes, weil es gewaltsam über den Boden, und vorzüglich über die Untiefen geschoben wird. Es reibt daher das in ihm festgefrorne Material über die Kiesel, zerreibt diese, oder rollt sie aus der Stelle. Je stärker also der Abhang des Bettes ist, desto leichter rollen die Kiesel fort, desto weniger Material bleibt im Bette liegen. Wir sehen daher: dafs die Eisgänge zur Reinigung der Flufsbetten wesentlich beytragen. Und ohne Zweifel würden diejenigen Stellen des Bettes, worüber die Geschwindigkeit des Stromes nicht sehr beträchtlioh ist, längstens mit Material aller Art angefüllt seyn, wenn die Kiesel sich nicht untereinander abschliffen, und das Flufsmaterial nicht auf diese Weise allmählig in Sand und Erde verwandelt würde. Aber nicht blos Kiesel, sondern auch grofse Steine frieren in das Eis fest. Es ist daher wieder für den Uferbau, und für die Ufer selbst sehr wohlhätig, dafs beym Anfang des Frierens eines Flusses sich Eisschollen längs den Ufern aufwerfen, die dann das Einfrieren der Steine, und des obern Theils eines Bauwerkes erschweren. Noch besser für Bauwerke ist der Umstand beym Aufgehen eines zugefrornen Flusses, der darin besteht: dafs viele Eisschollen gleich anfänglich vom Strome nach den Ufern gedrückt, und also darauf, so wie auch auf die Uferbauwerke gelagert werden. Ia

(*) Vielleicht hat auch selbst das *feinste* Material, welches in der ganzen Flufsmasse vertheilt ist, noch grofsen Einflufs auf die Geschwindigkeit des Stromes; denn es könnte aus solcher Mischung bestehen, wodurch der Abflufs gehemmt würde. Eine chemische Untersuchung des Bodensatzes wird also keineswegs überflüssig seyn.

sie thürmen sich 10 bis 15 Schuh, und höher, in Eismassen auf, und beschützen beydes, das Ufer, die Bauwerke und Deiche, gegen den Eisstrom.

Auf die Festigkeit der Steinart kömmt es indessen auch sehr an, wie bald, oder langsam die Abschleiffung bewirkt wird. Bey dem Basalte gebraucht es, wie gesagt, eine sehr lange Zeit, bis er von seiner Form verliert. So hat der Unkelstein, welcher bey Unkel (Tab. 3. und 17.) in dem Rheine liegt, der allen gewaltigen Eisstössen und dem hohen Strome seit Jahrtausenden ausgesetzt ist, (er besteht aus vielen sechseckigen Basalt-Säulen) seine eckigen Steine noch, ja dessen Kanten sind beynahe noch eben so scharf, als die Kanten der Basalte im nahen Unkelsteinbruche (*).

§. 77. Da die Eisgänge und Hochgewässer vorzüglich zur Reinigung der Flufsbetten beytragen, so hat also der Schöpfer die damit in andern Hinsichten gepaarten Uebel hierdurch aufgehoben. Das gröfste Unglück müfste aber daraus entstehen, wenn die Natur sich nach den Meinungen einiger Physiker richtete; wenn z. B. die Kiesel nach Frisi's, Visiani's und Perelli's Meinung, in ihrer Gröfse immer liegen blieben. Würden alsdann die Betten nicht längstens dergestalt angefüllt seyn, dafs die Flüsse, und die niedrigen Flufsgegenden Seen oder Sümpfe bildeten? Aber nicht allein durch Eisgänge und durch Hochgewässer hat die Natur für die Reinigung der Flufsbetten gesorgt, sondern auch durch die Uebereinstimmung des Abhanges mit dem Material, welches in den Betten zerrieben und fortgerollt wird. Da, wo die Flüsse einen starken Abhang haben, wo also ihre Geschwindigkeit beträchtlich ist, nehmen sie grobes Material auf, so wie der Abhang geringer wird, führen die Nebenflüsse keinen groben Grand in den Hauptflufs: denn sie entspringen und durchlaufen Gegenden, wo keine grobe Kiesel angetroffen werden, haben selbst nur einen geringen Abhang, also auch nicht Geschwindigkeit genug, und beträchtliche Steine, wenn sie auch welche fänden, fortzuwälzen. Der Boden der Flufsbetten besteht daher in den Gegenden, wo er stark abhängig ist, aus groben Kieseln, und da, wo er es nicht ist, aus Thon und Erde, oder aus Sand. Von dieser Charakteristik bin ich so vollkommen überzeugt, dafs ich von dem Material, welches ein Strom führt, auf die Geschwindigkeit und den Fall beyläufig schliefsen würde. So ist z. B. die mittlere Geschwindigkeit des Rheines im Grofsherzogthum Hessen bey weitem nicht so beträchtlich, als im Bergischen, wo er auch gröberes Material führt. Von Strafsburg bis Mannheim wird der Kies immer feiner, und unterhalb Worms bildet sich bis zur Maynmündung ein Depot von grobem Sand, der immer feiner wird, je näher man dem Mayn kömmt. Dieser Flufs bringt dann erst wieder Grand. So führt in Baiern die Isar gröberes Material, als der Lech, dieser gröberes als der Inn, und dieser gröberes als die Donau. Auch ist die Isar schneller als der Lech, dieser strömt mit gröfserer Geschwindigkeit als der Inn, und

(*) Die Härte des Basaltes rührt von dem vielen Eisen, das er enthält, her. Bergmann fand es 0,25 der Masse.

unter allen diesen Flüssen hat die Donau die geringste Geschwindigkeit, welche nicht so grofs bey Wien, als bey Regensburg ist.

Aus diesen Erfahrungssätzen ist es demnach klar, dafs Guglielmini sehr richtig über die Zermalmung der Kiesel geurtheilt hat, indem er sagt: „dafs man es nicht für etwas sonderbares ansehen dürfte, wenn die Flufsbetten nicht mit Kiesel angefüllt wären, weil diejenigen, welche in den Flufs kommen, und die, welche darin zermalmet werden, gleich zahlreich sind.“ Er behauptet ferner, dafs der Abhang der Flüsse abnehme, je nachdem die specifische Schwere des Materials, welches sie führen, leichter sey (g). Er leitet dieses so ab: Je leichter die Stoffe sind, desto weniger widerstehen sie dem Wasser, und mit desto glücklicherem Erfolge kann der Flufs sein Bett aushöhlen (h). So richtig auch das Erste ist, so kann man es doch nicht dem Materiale zuschreiben, wenn die Flüsse schnell oder langsam fliessen, sondern es trift nur in der Eigenschaft der Flüsse zu, dafs diejenigen, welche einen geringern Abhang haben, auch kein grobes Material führen, wie diefs auch bereits hinlänglich gezeigt worden ist. Die Natur kennt die Gesetze, wornach sich die Flüsse in ihrem Laufe richten, sie gab also denjenigen Flufsbezirken einen gröfsern Abhang, in welchem Kiesel geführt werden, als denen, worin nur Sand abrollt, damit eine solche Geschwindigkeit entstände, vermittelst welcher der Kiesel fortgerollt werden könne. Uebrigens hängt auch der Widerstand, den das Material leistet, von dem gröfsern oder geringern Abhange des Bodens ab: denn auf einem stark abhängigen Boden können die Kiesel leichter fortrollen, als auf einem wenig abhängigen. Ungeachtet dieser richtigen Vorstellungsart, haben einige dafür gehalten, dafs der Eisgang bey gleicher Geschwindigkeit auf einem horizontalen Boden stärker, als auf einem abhängigen wirke. Diese werden aber nothwendig vorauszusetzen gezwungen seyn, dafs eine jede Fläche, welche mit der Richtung des Stosses parallel liegt, den gröfsten Stofs erhalten müsse. Verdient diese Voraussetzung aber wohl widerlegt zu werden? Und dann ist ja noch auf einem stark abhängigen Boden die Geschwindigkeit gröfser, als auf einem horizontalen, wie sogar aus der Mechanik hervorgeht. Da nun der Strom- und Eisgang, der über einen abhängigen Boden strömt, das Bett zu vertiefen strebt; so fällt der Boden der Flüsse auch jähe, und steigt allmählig oder sanft; welches die Profile Tab. 17. beweisen.

§. 78. Dafs sich die Flufskiesel unter einander abreiben, diefs ist auch von sehr berühmten Naturforschern erwiesen. Pallas hat, indem er der Petersburger Akademie

(g) Nuova raccolta d'autori, che trattano del moto dell' acqua. Vol. II. Cap. V. Prop. V.

(h) Ibidem pag. 82. Er sagt: la prima causa a ſtabilire l'alveo de' Fiumi è la condizione della Materia, della quale sono composte le ripe, ed il fondo, poichè le terre arenose cedono più facilmente alla forza dell' acqua corrodente, che le cretose, equeste più facilmente, che il ſasso. La seconda è la situazione del fondo, o delle ripe del fiume, essendochè quanto più sarà declive un fondo arenoso, o ghiajoso tanto più la medesima forza dell' acqua sarà potente ad escavarlo.

N

Bayerische Staatsbibliothek München

der Wissenschaften seine in Asien gemachten Entdeckungen mittheilte, angemerkt: „daſs die Fluſsbetten dort aus runden granitartigen Kieseln bestehen, und daſs der feine Fluſssand aus diesen entstehe (i).“

Davon, daſs der Boden der Flüsse Dachziegel - oder Schuppenartig gestaltet seyn soll, wie Buat will (*), muſs hier bemerkt werden, daſs ich in den Fluſsbetten solche Furchen nur da angetroffen habe, wo der Wind das Wasser bis auf den Boden (über seichte Stellen) bewegt. Diese Absätze des Sandes trift man auch auf den Watten vor dem Meeres - Gestade an, sie sind also keineswegs Wirkungen des strömenden Wassers.

Was wir von der Abschleifung der Kiesel gesagt haben, sey nunmehr mit einer Erklärung des Naturkundigen Sauſsure (k) beschlossen: Er sagt: „Bereiset der Naturforscher die hohen Gebirge, wo die Flüsse entspringen, so sieht er, wie die eckigen Steine ihre Kanten allmählig verlieren, und sich abrunden. Vorzüglich habe ich diese merkwürdige Beobachtung in der Nähe grosser Eismassen, woraus die Aar, die Rhone und der Aveiron etc. mit ungestümm hervorschiessen, gemacht.“ Ferner: „Wer mit Aufmerksamkeit die Lage der fortgewälzten Steine und die Bruchstücke von Felsen, welche in dem Thale unsers Sees (des Genfer), und die auf den benachbarten Gebirgen liegen, untersucht, der wird sich überzeugen, daſs sie von dem Wasser fortgewälzt sind.“

§. 79. Ein Bodensatz oder Schlick anderer Natur ist derjenige, welcher daselbst angetroffen wird, wo sich das klare Fluſswasser mit dem salzigen, keinen Schlick absetzenden Meerwasser vereinigt. Wenn man nun erwägt, daſs das Meerwasser längs allen Küsten nicht die geringste Masse von Schlick absetzt, der nur da angetroffen wird, wo es sich mit dem süssen Wasser vermischt, und derselbe aus Salztheilen, aus Sauerstoff und Thon, aus Sand und Erde besteht: so kann man wohl mit Recht annehmen, daſs die Vermischung des ſüſsen mit Thon geschwängerten Fluſswassers mit dem salzigen Seewasser den Schlick entbindet, indem auf diese Weise die in dem Meerwasser enthaltenen kalchartigen und erdigten Theile abgesondert werden.

Die Erhöhung der Fluſsmündungen und Meerbusen, und die Watten, dürften sonach entstehen: 1°. Von dem Fluſsschlick, der aus einer Mischung von Erden, Thon und Kieselsand besteht. 2°. Von dem Material, welches der Strom - und Wellenschlag von den Ufern losreiſst. 3°. Aus dem durch die Mischung des ſüſsen Wassers mit dem Salzwasser aus diesem letztern entbundenen Gemische von Kalch -, Salz - und Erdtheilen. Endlich wird auch 4°. das Regenwasser, indem es Sauerstoff enthält, den

(i) Frisi Mechanica universa. p. 2. Lib. 1.

(*) Principes d'Hydtaulique §. 72.

(k) Voyages dans les Alpes tab. II.

Niederschlag vermehren. Dafs aber die erstern beyden Schlickarten die beträchtlichsten sind, ist wahrscheinlich; aber die dritte ist vorzüglich fett, weil die Seemarschen aus einem fetten zähen Thon bestehen. Am beträchtlichsten dürften indessen die drey erstern nach Stürmen seyn, weil alsdann die Stoffen aus dem Grunde aufgehoben, und die Mischung des füfsen Wassers mit dem Seewasser inniger vorgehen mufs. Es entsteht nun noch die Frage: ob nicht die Masse dieses aus dem Meerwasser entbundenen Schlickes gröfser wird, wenn das Meerwasser salziger und das Clima wärmer ist? Welchen Einflufs alle die in die bewegte Ebbe - und Fluthströme schwimmenden Schlicktheile auf die Retardation des Stromes, auf die Adhäsion des Wassers am Bette und den Wänden, und auf die Cohäsion des Wassers haben? Ob nicht die Adhäsion des Salzwassers an den Röhrenwänden weit beträchtlicher, als die des füfsen Wassers sey? In wie fern die Erdlagen, über denen die Flüsse in ihren Mündungen fliefsen, dem Flufswasser mehr oder weniger Sauerstoff mittheilen?

Aus dieser Theorie folgt also auch, dafs man die Innern - Canäle eines Landes, welche vom Flufswasser gespeifst werden, sorgfältig von dem Meerwasser absondern mufs, wenn man sie nicht bald mit Schlick angefüllt sehen will. Also mufste die Eintretung des Seewassers über den Slaaper - Deich bey Spaarndamm verhindert werden, wenn die Schiffahrt auf dem Spaarne - Flusse nicht aufhören soll.

Wiewohl nun endlich die Wichtigkeit dieser Theorie für die Geogenie und Hydrotechnik einleuchtend ist: so habe ich doch, seitdem ich sie im II. B. der ersten Auflage vortrug, nicht gehört: dafs nur irgend ein Naturforscher dieselbe seiner Aufmerksamkeit werth gefunden hätte. Doch diese lesen aber auch selten Schriften über den Wasserbau: denn sonst würden Manche von dem Laufe und der Natur der Flüsse nicht so irrige Meinungen vortragen. Selbst Buffon glaubte, dafs die Geschwindigkeit der Flüsse sich vergröfsere, je näher sie dem Meere kommen. Diefs ist aber eine der Natur aller Flüsse widersprechende Hypothese, und es ist ein Glück für das Menschengeschlecht, dafs die Natur sich nach solchen Hypothesen nicht richtet, denn sonst würden die Flufsgegenden nicht bewohnt, und die Flüsse nicht schiffbar seyn.

§. 80. Die Beobachtungen, welche man nun über die Gröfse des Widerstandes, womit dieses oder jenes Material, dieser oder jener Geschwindigkeit widersteht, machte, würden alsdann für die Practik sehr lehrreich seyn, wenn dabey auf Eisgänge Rücksicht genommen würde, und wenn man die Lage des Bettes, seine Erhöhungen, so wie seine Vertiefungen und die Geschwindigkeit des Eisganges oder des Wassers, mit einiger Zuverläfsigkeit wüfste. Bey Anlagen von Durchstichen, wobey man den Effect von Eisgängen nicht abwarten kann, wäre es sehr wichtig, den Widerstand des Materiales, worin der Durchstich gegraben wird, zu wissen, damit man beyläufig aus der Geschwindigkeit des Stromes auf den Effect der Austiefung schliessen könnte. Auch wird die Kenntnifs von der Gröfse dieses Widerstandes beym Deichbau nützlich seyn.

Da wird in Erfahrung gebracht werden müssen, welcher Geschwindigkeit ein ziemlich horizontaler Rasenboden, wie die Wiesen und Viehweiden sind, woraus gewöhnlich das Vorland der Deiche besteht, widerstehen kann, und wie flach die Dossirung eines beraseten Deiches seyn müsse, um dieser oder jener Geschwindigkeit in Beziehung auf das Material zu widerstehen. Eine solche Beobachtung würde auch für den Uferbau nützlich seyn, weil sich alsdann aus der wahrgenommenen Gröſse des Widerstandes, womit das Material der Anshöhlung unter der bekannten schrägen Lage widerstehen kann, beurtheilen läſst, ob die Ufer der Geschwindigkeit des höchsten Wassers widerstand leisten können?

Solche und ähnliche Untersuchungen dürfen aber keinesweges die Entwürfe bestimmen. Nein! sie sollen nur einige Data mehr liefern, die, wenn es nöthig ist, in unsere hydrotechnischen Raisonnements einverwebt werden können, und die unsere Local - Kenntnisse erweitern. Wir wollen also einige von Buat angestellte Versuche kurz anführen:

1) Brauner Töpferthon wurde wegen der Feinheit seiner Theile leicht aufgelöst, und widerstand also nur, ungeachtet seiner Schwere, einer Geschwindigkeit von 5 Zoll.

2) Feiner Sand blieb liegen, als die Geschwindigkeit an der Oberfläche 12 Zoll und am Boden 6 Zoll war.

3) Grober und eckiger Sand blieb auf dem Boden bey 8 Zoll Geschwindigkeit.

4) Der Kiessand in der Seine kam bey 12 Zoll Geschwindigkeit zur Ruhe.

5) Die abgerundeten Kieselsteine von 1 Zoll im Durchmesser blieben bey einer Geschwindigkeit von 2 Schuh liegen.

6) Eckige Feuersteine, von der Grösse eines Eies, lagen bey 30 Zoll Geschwindigkeit (1).

7) Bey der Correction des Innflusses, die ich unweit Fischbach in Baiern ausgeführt habe, und die an einem andern Orte beschrieben werden wird, wurden ein Pfund schwere Kiesel erst bey 8 Schuh Geschwindigkeit des Stromes fortgewälzt.

8) In unsern Bergströmen bewegen die Hochgewässer Steine von mehrern Pfunden, ja bis 25 Pf. schwer. Sie haben aber noch während der Hochgewässer eine Geschwindigkeit von 16 Schuh in der Secunde. Die Berggewässer oder Wildbäche im Tirol wälzen Steine von 100 Centner und darüber fort; aber ihr Abhang ist ungeheuer groſs.

§. 81. Bey dem Austreten der Flüsse setzt sich nun ein Theil des von dem Wasser fortgeschwemmten Materials auf den Boden, oder auf das mit Wasser bedeckte

(1) Buats Principes d'Hydraulique §. 70. et §. 399.

uferland, und dieser Bodensatz bewirkt dessen Erhöhung. Weil die den Ufern zunächsten Wasserschichten mehr Material führen, als die entferntern, und der hohe Strom sich nur selten weit Land-einwärts erstreckt, so entstehen in der Nähe der Ufer mehrere und höhere Lagen von Bodensatz oder Schlick; daher treffen wir daselbst auch ein höheres Land, als entfernter von den Ufern des Flusses. Hohe Ueberschwemmungen stehen auch wohl in einigen Gegenden still, und dann wird ein beträchtlicher Bodensatz abgesetzt. So hat z. B. im Juni 1797 der hohe Rhein längs dem Darmstädtischen auf dem Terrain, welches auf 8 Fuſs Erfelder Pegelhöhe liegt, während 14 Tagen eine 3 Zoll dicke Schlick-Kruste erzeugt. So fand Shaw (m), daſs der vom Nil-Wasser mitgeführte Schlick trocken $\frac{1}{120}$ dieser Wassermasse betrug, nach ihm giebt Perry ihn nur zu $\frac{1}{650}$ an, oder rechnet 5 Drachmen und 15 Gran Erdreich auf 30 Pfund Wasser, das entweder ausgedünstet, oder filtrirt ist (n). Aber auch in keinem Zustande des Nils, es möge nun regnen oder stürmen, dürfte wohl Maillets Angabe richtig seyn, der zur Zeit der Anschwellung dieses Flusses den Schlamm und den Sand wenigstens für den zehnten Theil seines Volumens hält (o). Im Reno, wenn er voll und am trübsten ist, giebt Manfredi das Verhältniſs des Schlickes zum Wasser, wie 1: 174 an (p). Was Wind und Wetter hierin für einen Unterschied machen können, darüber sind des Herrn Etatsraths Tetens Beobachtungen zu Brunsbüttel über die Quantität des Schlicks in dem Elbwasser die belehrendsten (q). Das Mittel aus allen Beobachtungen gab das Verhältniſs des Schlickes zum Wasser wie 1: 331. Nach Tetens hat ein holländischer Stromkundiger einmal $\frac{1}{201}$, und bey hohem Wasser $\frac{1}{100}$ Erde und Staub in den holländischen Flüssen angetroffen (r). Bolstra (s) sagt in seiner Preisschrift auf die von der Haarlemer Gesellschaft aufgegebene Frage: (in welchem Maaſse die Ströme der Niederlande seit dem Anfange des vorigen Jahrhunderts versandet sind? durch welche Mittel die in ihren Betten sich angelegten Versandungen und Anschlickungen fortgeschafft, und wie das fernere Aufhöhen der Betten gehindert werden könne?) daſs nach einigen Schriftstellern bey hohem, trübem Strome angenommen sey, daſs das abkommende Wasser $\frac{5}{100}$ Sand und Schlick, und bey gewöhnlicher

(m) Schaws Reisen oder Anmerkungen verschiedene Theile der Levante betreffend. S. 335.

(n) View of the Levant. S. 288.

(o) Description de l'Egypte, par M. de Maillet. pag. 103.

(p) Relazione d'Eust. Manfredi sopra l'arzarsi che fa di continuo la superficie del mare. Im 7ten Bande der Florentinischen Raccolta. S. 38.

(q) Reisen in die Marschländer an der Nord-See zur Beobachtung des Deichbaues in Briefen von Johann Nic. Tetens. Erster Band. Leipzig, 1788. gr. 8. S. 45.

(r) Grundriſs zur Kenntniſs der Flüsse, übersetzt von dem Oberdeichgrafen Beckmann, 1775. S. 42.

(s) Schriften der Haarlemer Gesellschaft der Wissenschaften. Erster Theil, 1759.

stromhöhe $\frac{1}{100}$ von solchem Material mit sich führe. Beyde Verhältnisse giebt Velsen an (t). Die Ueberschwemmung des Rheins vom 24ten Januar, bis zum 4ten Febr. 1792. hatte im Bergischen alles unter Wasser gesetzte Terrain mit Rheinletten 1 bis 3 Zoll hoch überzogen. Nach einem ungefähren Ueberschlage wurden durch diese Ueberschwemmung von Linz bis Uerdingen ungefähr 36000 Morgen gedüngt (u).

Uebrigens ist hierbey noch zu erinnern, daſs es bey solchen Bestimmungen angegeben seyn muſs, ob das Verhältniſs nach dem Gewichte, oder nach dem cubischen Inhalte zu verstehen sey.

Der verewigte Hofrath Kästner hatte die Güte mir hierüber in einem Briefe folgende Nachrichten mitzutheilen. „Im alten Hamburgischen Magazine III. Bande, Hamburg 1748, Seite 490. finden sich Schobers Erfahrungen über die Menge des Schlammes, den trübes Wasser der Waal absetzte. In den Commentariis Bononiens: T. VI. Opusculor. p. 100. findet sich Joannis Bacialtii de luti quantitate in aqua Rheni turbida, und p. 110. Eustachii Zarotti de limi tumentium fluminum aquis admixti quantitate.“

„Im Reno bey Bononien ist nach Bac. etwa $\frac{1}{275}$ Schlamm; in der Tiber nach Zarotti $\frac{1}{165}$. Sonst führt Bac. an, daſs, nach Jari Planei Angabe, trübe Bäche wohl $\frac{1}{17}$ Schlamm halten.

„Die Brüche mit so verschiedenen Nennern werden wohl am bequemsten auf Dezimalbrüche gebracht.“

„So habe ich aus Schobers Erfahrung berechnet, daſs in 653 Loth trübes Wasser des Lettens Gewicht = 5,125 Loth war, also von dem Mengsel 0,007848 betrug. Zarotti's $\frac{1}{165}$ = 0,006060.“

„Ich habe auch die übrigen Verhältnisse auf Dezimalbrüche gebracht, und so ist Bacialtii $\frac{1}{275}$ = 0,003636. Planei $\frac{1}{17}$ = 0,003636. Woltmans $\frac{1}{532}$ = 0,001880. Woltmans $\frac{1}{998}$ = 0,001020. Beckmans $\frac{1}{100}$ = 0,010000. Beckmans $\frac{1}{201}$ = 0,004970. Tetens $\frac{1}{331}$ = 0,003021. Manfredi $\frac{1}{174}$ = 0,005747. Maillets $\frac{1}{10}$ = 0,100000. Perry's $\frac{1}{650}$ = 0,001539. Schaw's $\frac{1}{120}$ = 0,008337. Bolstra's $\frac{5}{100}$ = 0,050000. Bolstra's $\frac{1}{100}$ = 0,010000.“

§. 78. Da diejenigen Fluſsbauwerke, welche dem Strom eine vortheilhafte Richtung geben sollen, ein Vorufer oder Vorland erzeugen müssen, so ist es klar: daſs bey Flüssen, deren Hochgewässer viel und grobes Material führen, die Wirkung derer in die Fluſsbahn hineingehenden Werke günstiger, als bey solchen, die weniger grobes Material führen, seyn müsse. Daher sind die auf dem Stromstrich perpendiculair in den Strom hineinliegenden Werke in allen Bergflüssen, besonders wenn sie einen mit dem Stromstriche parallel gehenden Flügel erhalten, sehr zweckmäſsig; in Flüs-

(t) Revierkundige verhandeling. S. 59. und 128.

(u) Wiebekings oder des Verfassers Beyträge zum praktischen Wasserbaue 1792. S. 210.

sen, die aber wenig, und nur feines Material führen, alsdann nicht anwendbar, wenn ihr Strom eine bedeutende Geschwindigkeit hat, und einen heftigen Eisgang führt, wohl aber in sehr langsamen und viel Erdtheile Flüssen zweckmäſsig.

§. 82. Solche Bauwerke setzen zuerst das vom Strom auf den Boden des Flusses abgerollte Material in den durch sie unterhalb bewirkten Widerstrom, und später oberhalb demselben, in den durch sie aufgestauten Strombezirk, ab. So bewirken sie also längs dem concaven Ufer, wo man sie gewöhnlich anlegt, ein Vorufer, welches den Strom davon zu entfernen trachtet. Ein aus der Natur der Sache abgeleiteter Satz, den ich in der Erfahrung sehr oft bestätigt gefunden habe, und von dem ich im praktischen Theile die Anwendung zeigen werde.

II.

Von der Natur der Flüsse,

der

Seemündungen und Meerbusen

in denen die Fluth einströmt.

Zum Fluſs - seeufer und Hafenbau gehörig,

Diese Materie gehört zwar nicht allein zum *Fluſsbau*, sondern auch zum seeufer -, Damm - und Hafenbau, aber sie eignet sich dennoch wesentlich zum erstern; weſshalb ich dieselbe hier abzuhandeln genöthigt bin.

§. 83.

Die periodische Erhebung des weltmeeres, die *längs* den küsten einen strom (*küstenstrom*) und in den zunächst mit dem ocean in verbindung seyenden Meeren ein steigen und fallen hervorbringt, die wir unter der allgemeinen Benennung *Fluth* kennen, hat auf viele wasserbauten einen solchen wichtigen Einfluſs, daſs es durchaus nöthig war, von ihrer wirkung einiges anzuführen. Ohne diese wirkung zu kennen, ist der wasserbaumeister unfähig: über die in Ebbe - und Fluthströmen anzulegenden werke zu urtheilen.

Wenn aber von keinem zweige der Hydraulik unbestimmtere und den Erscheinungen, welche die aufmerksamen Anwohner der Flüsse täglich wahrnehmen, widersprechendere Begriffe obwalten, als von der wirkungsart der Fluth in Flüssen und Meerbusen, so liegt wohl die ursache darin: daſs bisher darüber nur wenige Beobachtungen angestellt worden sind. Fast überall fehlt es an diesen, wo es auf die Erforschung der Naturgesetze ankömmt, und doch wer zweifelt an der wichtigkeit dieses Gegenstandes?

Bey diesem Mangel an einer hinreichenden Anzahl von Beobachtungen wird meine Arbeit immer sehr unvollständig seyn müssen, indessen hoffe ich doch, dadurch — die Naturforscher zu wahrnehmungen und Erforschungen derer Erscheinungen, welche uns die Fluthströme darbieten, zu vermögen — und dann hätte ich ja recht viel gewirkt!

Um diese Materie abzuhandeln, wird es zuvörderst nöthig seyn, eine kurze Erklärung zu geben:

Von der Fluth im Weltmeer und längs den Küsten.

§. 84. Seitdem Newton die Anziehungskraft der Himmelskörper erwiesen hat, und die Gelehrten aus dem regelmäſsigen und periodischen Steigen und Fallen des Meeres (die Wirkung der Stürme abgerechnet) geschlossen haben: daſs nicht nur der Mond, sondern auch die Sonne die Oberfläche des Oceans anziehe — also erhebe — und daſs die Anziehungskraft dieses Körpers auf den Ocean sich zur Attractionskraft jenes verhalte, wie 1 : 3 (s); so ist es keinem Zweifel mehr unterworfen: daſs die Erhebung des Meeres ein Maximum seyn müsse, wenn die Sonne und der Mond während den Sysigien mit ihrer Anziehungskraft gemeinschaftlich die Masse des Oceans erheben; das ist, wenn die Mondes - und Sonnenfluth zusammen trift. In den Quadraturen muſs sonach die Erhebung des Meeres ein Kleinstes seyn. In den Aequinoctial - Sysigien ist die Fluth höher, als in denen der Solstitialzeiten; ferner steigt die Fluth in den Quadraturen der Solstitien höher, als in denen der Nachtgleichen. Auch hat die Declination der Sonne und des Mondes einen Einfluſs auf das Steigen des Meeres. Der Unterschied des hohen und niedrigen Meeres (die Fluthhöhe) ist also ein Gröſstes, wenn der Mond zu den Herbst - und Nachtgleichen in der Erdnähe ist und durch den Erdäquator passirt. Das Maximum und Minimum der Fluth haben wir an den Küsten nicht auf den Tag der Sysigien und der Quadraturen, sondern einen oder zwey Tage später. La Place fand aus einer Menge zu Brest angestellten Beobachtungen: daſs jenes 35½ Stunden nach den Sysigien und dieses 38 Stunden nach den Quadraturen erfolgte. Da aber beyde Zeiten gleich seyn sollen, so liegt die Abweichung in den Fehlern der Beobachtungen.

§. 85. Die Erhebung des Meeres ereignet sich regelmäſsig so: daſs die Zwischenzeit zweyer Fluthen (bey einer Windstille) einen Mondestag oder 24 Stunden 50′28″ ausmacht, und also das niedrige und hohe Wasser um 6 St. 12′37″ von einander entfernt ist. So ist also nach 24 St. die mittlere tägliche Verspätung = 50′28″. Diese Verspätung ist jedoch öfters, je nachdem die Küste und die Meerbusen situirt sind, nicht dieselbe. Wenn das Wasser zum höchsten gestiegen und zum niedrigsten gefallen ist, so entsteht allemal ein beharrlicher Zustand *(ein Stillstand)*; derselbe war z. B. im Febr. 1798 im Maarsdiep (im Mittel) nach der Fluth 26 Minuten 11 $\frac{7}{13}$ Secunden, nach der Ebbe 23 Min. 17$\frac{1}{7}$ Sec.; in der Mündung des Vliestromes 15 Min. 25$\frac{5}{7}$ Sec. nach der Fluth, und 15 Min. 17$\frac{7}{9}$ Sec. nach der Ebbe. Diesen *Stillstand* möchte ich den *Gleichgewichtsstand* nennen. In den Meerbusen ist er sehr groſs, und desto gröſser, je weiter sich dieselben von den Seemündungen zurückziehen. So war er z. B. bey Spaarndam

(s) Memoires de l'Academie, des Sciences 1790. p. 53.

nach der Fluth (im Mittel) im Febr. 1798, 46 Minuten, und nach der Ebbe 50 Min.; an dem Kay von Goederede betrug er nach der Fluth $7\frac{5}{9}$ Min., nach der Ebbe 39 $\frac{1}{3}$ M.; bey Helvoet nach der Fluth 40 $\frac{5}{18}$, nach der Ebbe 88 $\frac{3}{3}\frac{2}{0}$ Min. Aus diesen letztern Beobachtungen, die ich näher anführe, sollte man schliefsen, dafs die Dauer des Stillstandes nach dem Eintritt des hohen Wassers gewöhnlich kürzer, als nach dem Eintritt des niedrigen Wassers oder der Ebbe sey. Ob auf offenem Meer diese beyden Stillstände, bey einer Windstille, (im Mittel) die Zeit der Verspätuug ausmachen, ist ungewifs. Die längste Verspätung trift indessen, nach la Place, mit der niedrigsten, und die kürzeste mit der höchsten Fluth zusammen.

Ist der Mond zur Zeit des Vollmondes in seinem Perigäum (Erdnähe) so ist die Fluth, vermöge der Attractionskraft des Mondes, höher, als wenn er in seinem Apogäum (Erdferne) ist. So war z. B. am 2ten Febr. 1798 die Morgensfluth bey Cuxhaven 13,50, und am 16ten 12,05 Hamburger Fufs. Im Texel am ersten Tage 4′9″, am 10. Febr. 3′5″ rheinländisch. Die Stunde, in welcher zur Zeit des Neu - und Vollmondes in irgend einem Seehafen oder bey einem gewissen Ort der Küste die höchste Fluth ist, nennt man die *Hafen* - oder *Küstenzeit* (Etablissement du port ou de la côte). Nach der Dauer der Fluth und der Verspätung kann man also berechnen, wenn das hohe Wasser wieder in den folgenden Tagen (wenn kein Sturm statt findet) eintreten mufs. Die nachfolgende Tagesfluth trift nämlich immer um 50′ 28″ später; so dafs sich, nach 29 Tagen, als dem synodischen Umlauf des Mondes, die Fluth in den nämlichen Stunden des Tages wieder ereignet. Diese Verspätung wird indessen, wie wir bereits angemerkt haben, nicht immer regulär seyn: sie richtet sich nicht nur nach den Phasen des Mondes, sondern auch nach dem Seewinde; denn dieser kann die Ebbezeit zurücksetzen, ja, eine ausserordentliche hohe Fluth hervorbringen, welches denn auch fast immer, bey hohen Fluthen, der Fall seyn wird. Nachdem die Seestürme aufhören, regulirt sich indessen das Steigen und Fallen des Meeres wieder.

§. 78. Die Fluth steigt schneller als die Ebbe fällt, wie diefs der Kürze wegen durch drey aus Beobachtungen gezogenen Figuren auf Tab. 49. in Fig. 1, 2 und 7 ausgedrückt ist. Hierüber giebt auch folgende Tabelle den unleugbarsten Beweifs.

Resultate der auf veranlassung des sehr geschickten wasserbauinspectors Blanken zu Helvoet in den Jahren 1796, 1797 *und* 1798 *angestellten Beobachtungen.*

Oerter bey denen sie angestellt sind. S. Tab. 40. u. 46.	Dauer der Fluth.		Zeit des still-standes.	Dauer der Ebbe.		Zeit des still-standes.	Unterschied zwischen hohes und niedriges wasser.		Wie oft die zeit der Fluth und Ebbe wahrgenommen wurde.	
	St.	Minuten.	Minut.	St.	Minuten.	Minut.	F.	Zoll.	Fluth.	Ebbe.
An dem Kay zu Goederede.	2	$9\frac{2}{9}$	$7\frac{8}{9}$	7	$\frac{13}{36}$	$39\frac{1}{3}$	4	$6\frac{7}{12}$	696	385
Am Mittelhoofd, welches an der südlichen seite von der Insel Goederede liegt.	6	$10\frac{1}{6}$ *)	$17\frac{4}{9}$	5	$45\frac{1}{8}$	$18\frac{7}{18}$	7	$8\frac{1}{6}$	674	445
Im Helvoeter Hafen.	3	$40\frac{5}{18}$ **)	$43\frac{13}{36}$	6	$12\frac{31}{54}$	$88\frac{35}{36}$	5	$7\frac{1}{12}$	597	408
Im Brieller Hafen.	3	$18\frac{41}{54}$	$29\frac{1}{4}$	7	$38\frac{1}{6}$	$33\frac{4}{9}$	4	$7\frac{1}{4}$ ***)	598	400
Im oltjensplaater Hafen.	4	$58\frac{1}{36}$	$13\frac{16}{45}$	6	$31\frac{19}{108}$	$31\frac{3}{5}$	6	$11\frac{11}{36}$	596	408

*) Bey diesem Mittelhoofd ist es 1 stunde 12 2/9 Minuten früher hohes Wasser als bey Oltjensplaat.
**) Bey Helvoet ist es 1 — 9 79/108 — — — — — — —
***) Auf der 108. S. wird der Unterschied angegeben, wie er an der Küste statt findet. Siehe die Bolstraischen und Cruquiuschen Wahrnehmungen

§. 87. Wenn wir voraus setzen müssen: daſs das weltmeer am Aequator zuerst *aufgezogen (erhoben)* wird; wenn wir ferner unser Augenmerk auf das steigen und Fallen des deutschen Meeres oder der Nordsee richten und annehmen: daſs andere Meere, auſser dem Ocean, von den zwo Himmelskörpern sehr unmerklich angezogen werden, welches das mittländische, das schwarze, das caspische und das adriatische Meer so wie die Ostsee beweist, weil ihre wasserflächen zu klein sind: so können wir auch wohl festsetzen, daſs die Nordsee fast aller Fluth beraubt seyn würde, wenn sie nicht durch zwey Mündungen mit dem Ocean in genauer verbindung stände *). Es ist also, mittels jener Mündungen; dann auch weil sich das weltmeer zuerst und zum höchsten beym Aequator erhebt, in der Nordsee bereits Ebbe, wenn das weltmeer aufgezogen wird. Senkt sich dieses aber: so strömt das wasser in die erste *Mündung* d. i. in *den canal* ein, und diese wassermasse schwellt das deutsche Meer an; welches um Schottland herum, zwischen Norwegen einen zweyten Zufluſs erhält. Jene (die Canalmündung) wollen wir die *südliche*, und diese (zwischen Schottland und Norwegen) *die nördliche Mündung der Nordsee* nennen. Erhebt sich dann der Ocean zuerst am Aequator, so erhält die Nordsee durch diese beyden Mündungen wieder eine Ausbreitung: indem ihre oberfläche nach ihnen hingezogen wird. Da die südliche Mündung um zehn Grad dem Aequator näher, als die *nördliche* liegt, so kann das wasser in

*) Bey Venedig steigt die Fluth vor den Lagunen drei Fuſs; in der Ostsee, wenigstens an der Mecklenburgischen und Pommerschen Küste findet Ebbe und Fluth nicht statt.

jener auch nicht so hoch und nicht so frühe (*) als in dieser erhoben werden, daher läfst sich an den dänischen Küsten auch nur bey stillem Wetter die Fluth wahrnehmen (t). Diese letztere Erscheinung hat aber auch noch eine andere Ursache: die dänischen Küsten erhalten nämlich aus der Nordsee die Fluth seitwärts, und nicht in der Richtung der nördlichen Mündung, das ist, zwischen Lindesnas und der nördlichen Spitze von Jütland. Der Lage dieser nördlichen Mündung in Rücksicht des Meeres, also, und einem Rif, welches von der Mitte der wesentlichen jütlandschen Küste (genannt Hornet) ab, 8 Meilen weit in die See geht (das, wenn wir uns so ausdrücken dürfen, ein Schöpfwerk bildet); so wie die Lindesnaser Spitze, — müssen wir es beymessen, wenn die Fluthrinne des jütlandschen Meerbusens vorzüglich längs Jütland hinzieht.

Dafs indessen die Nordsee auch von ihrer nördlichen Mündung einen Zuflufs erhält, wird durch zwey wichtige Naturerscheinungen erwiesen. 1°. Bemerkt man (nach der Angabe des Baron von Löwenörn) zuerst vor der Stavanger Bucht auf Norwegen ein ordentliches Steigen und Fallen der Oberfläche. Dieser berühmte Seeofficier führt ferner an: dafs die Fluth regelmäfsiger und stärker werde, je nördlicher man kömmt, dafs sie aber gegen Lindesnas hin abnimmt. Es ist diese Erscheinung vielleicht aus der Lage der norwegischen Küste, welche nördlich dieser Mündung entgegensteht, und südlich von ihr abweicht, zu erklären.

§. 88. Die zweyte Naturerscheinung, welche von dem grofsen Einflufs des Oceans auf die Nordsee — vermittelst dieser nördlichen Mündung, zeugt, ist diese. Es erhebt sich nämlich die Nordsee vom Vliestrom an bis zur Elbemündung immer höher und dieses erkläre ich so. Das Gestade von der Nordsee steht ihrer nördlichen Mündung immer senkrechter entgegen, je mehr es sich der Elbemündung nähert; folglich mufs die Oberfläche des Wassers höher vor der Elbe, als vor dem Vliestrom steigen. Eine andere Ursache dieser Erscheinung wollen wir gleich anführen, wenn erst von derjenigen geredet ist, die zum abwechselnden Steigen der Fluth, längs der deutschen und holländischen Küste, beyträgt. Die Oscillation der Nordsee mufs nämlich von diesen beyden entgegengesetzten Seiten her, das ist von ihrer nördlichen und südlichen Mündung, irgendwo, und zwar daselbst, wo sich die Wassermassen begegnen, geringer seyn, als da, wo jegliche Wassermasse für sich fortschreitet. Diese geringe Erhebung treffen wir nun längs der holländischen Küste an. So beträgt z. B. der ordinäre Unterschied zwischen Fluth und Ebbe an folgenden Orten: bey Blankenberg in Flandern 16 Fufs; bey Brouwershaven 8 Fufs; bey Goerree $5\frac{3}{4}$; bey Briel $5\frac{1}{3}$; bey Kat-

(*) Defswegen tritt auch wohl die Hafenzeit vor dem Texel um 6 Uhr, vor der Ems um 9 Uhr; vor der Jahde, Weser und Elbe um 12 Uhr ein; wie der Schiffs-Capitän Müller zu Stade; in v. Zachs Ephemeriden 1798 S. 494, erwähnt.

(t) Von Zach's allg. geogr. Ephemeriden Febr. 1799 p. 126. u. 131.

wyck und Nordwyck 5¼; (u) im Maarsdiep 3 ¾; im Vliestrom bey Terschelling aber wieder 5 Fuſs; an der friesländischen und gröningschen Küste 5½ bis 7½; vor der Jahde 8 ½ Fuſs; in der Wesermündung neun, und endlich bey Cuxhaven 9,1 Fuſs rheinländisch. Zwischen dem Vliestrom und dem Texel mögen sich also die Wasser begegnen. Daher kömmt es denn auch wohl: daſs die Richtungen aller Ausflüsse von den Seemündungen und den Flüssen sich nach diesen beyden groſsen Mündungen des Canals lenken; nämlich aus den Mündungen der seeländischen Gewässer, aus den Rivieren Kramer und Haringvliet (Tab. 46.), aus der Maas und aus dem Texelstrom (Tab. 41.) die Ebben nach dem Canal hin von wo auch die Fluth kommt. Der Vliestrom, die Ems, die Jahde, die Weser und Elbe lenken ihre Ausflüsse aber nach der nördlichen Mündung von der Nordsee. — In der Eyder steigt wohl deſswegen die Fluth nicht so hoch als vor der Elbe, weil ihre Mündung von der Tönniger Spitze gedeckt wird. Wenn man nun die Gröſse der nördlichen Mündung gegen die der südlichen hält, und dann erwägt, daſs die bewegte Meeresmasse, aus jener in die Nordsee kommend, eine fast senkrechte Richtung auf die deutsche, gröningsche und friesländische Küste hat; die Richtung der in Bewegung seyenden und durch den Canal kommenden Masse vor dem holländischen Gestade aber vorüber zieht, und daſs diese selbst noch nach der englischen Küste hingeschoben wird, wie wir bald näher zeigen werden: so ist es wohl nicht mehr räthselhaft, weswegen die Fluth an der holländischen Küste niedriger als an der deutschen steigt, zumahl, wenn wir uns an die so eben vorgetragene erste Ursache erinnern.

§. 89. Diese beyden Mündungen der Nordsee, und die Sturmfluthen aus ihnen kommend, haben auch wahrscheinlich alle diejenigen Meerbusen hervorgebracht, welche den Wasserbaukundigen noch gegenwärtig so vieles zu schaffen machen. So ist ohne Zweifel, die südliche Mündung (der Canal) die Ursache von allen Seeländischen Gewässern, vom Haringvliet, dem Biesbosch und der ehemaligen Weite der Maasmündung und von der grossen Rinne, welche wir auf den Seekarten von den sogenannten Hoofden an (zwischen Calais und Dower) bis nördlich gegen Yarmouth bey Smiths Know erblicken, die mit der Mündung des Maarsdieps, unter einem Grad der Breite, sich an der nördlichen Seite endet. Diese südliche Mündung der Nordsee trift also näher an der westlichen und östlichen Küste eine Rinne, über welcher das Wasser eine schnellere oscillirende Bewegung erhält, und wenn ich nicht irre, so beobachten die Schiffer in ihrem Laufe diese Rinne zur Zeit, sobald sich die Nordsee erhebt, nämlich diejenigen, welche von England nach Hamburg steuern. Die nördliche Mündung der Nordsee hat hingegen wohl die Südersee (Tab. 44.), den Dollard, die Jahde und die Weite der Weser und Elbemündungen bewirkt.

(u) Waterpassingen door Cruquius; nach den neuesten Wahrnehmungen S. 107. ist der Unterschied bey Goederede 4 Schuh 6 7/12 Zöll, bey Briel 4′7 1/4″.

Aus allem diesen geht nun hervor: daſs es äuſserst wichtig wäre, wenn wir genaue Beobachtungen hätten — die nicht nur den unterschied von Ebbe und Fluth in der Mündung des canals — an den holländischen, englischen und französischen, an den schottischen und norwegischen Küsten, und vor der Elbe; aber in solchen Puncten, die etwas in das Meer hinein liegen, angäben; sondern die uns auch die Gröſse des nach der Fluth und Ebbe erfolgten stillstandes und zu welcher Zeit er eingetreten sey, — die uns ferner die Richtung der Fluth (*) und der Ebbe., so wie ihre Geschwindigkeit zeigten. Wir würden alsdann, ohne zweifel, wie ich mir die Fortpflanzung der Erhebung und senkung des Meeres denke, gewahr werden: daſs in dem Meere kein eigentlicher *Fluthstrom*, den wir an den Küsten bemerken, statt findet, sondern, daſs der Ocean sowohl als die Meere und groſsen Meerbusen, die mit ihm in verbindung stehen, nur eine oscillirende Bewegung, bis zu einer gewissen wassertiefe, erhalten, und zwar vermöge *der Erhebung ihrer oberfläche und der wichtigen Naturerscheinung wegen, wobey die flüssigen Massen in ihrer ganzen Ausdehnung den Druck fortpflanzen.* Diese *oscillation*, bis zu einer gewissen Tiefe — die der Attractionskraft der beyden weltkörper und der Cohäsion des wassers entspricht — gehend, ist es also, welche man so oft *Fluthstrom* genannt hat. Ein wirklicher strom, wobey die gesammte Meeresmasse in Bewegung wäre, und also durch jedes Profil des Meeres eine gewisse wassermasse durchflöſse, kann aber durchaus deſswegen im Meer nicht statt finden, weil sonst ein solcher strom in sechs stunden vom Aequator bis zum äuſserten Puncte, wo die Erhöhung des Meeres verspürt wird, laufen müſste. Welche ungeheure schnelligkeit würde alsdann nicht entstehen? Könnte dann wohl die schiffahrt statt finden, und wie möchten die Ufer einer solchen mit Blitzesschnelle strömenden Masse widerstehen? Man kann sich dennoch die fortschreitende Bewegung der oberfläche des oceans, und zwar so vorstellen: daſs jede unendlich kleine mit der Richtung des Aequators parallel laufende wasserwand, deren Höhe von dem Attractionsvermögen des Mondes und der sonne und von der Cohäsion des wassers abhängig ist, die nachfolgende fortschiebt, und daſs auf diese weise sich die Bewegung in einer kurzen Zeit in die gesammte Masse des oceans, so wie in allen mit ihm in verbindung stehenden Meeren, ausbreitet, ohne daſs die Masse selbst schnell bewegt wird, Daher verspüren diejenigen Meere, die nach Verhältniſs ihrer Gröſse eine kleine Mündung haben, als z. B. die ostsee, das mittelländische Meer, gar keine oder doch eine äuſsert geringe oscillation in ihrer oberfläche. Indem ich mir nun eine Erhebung des gesammten oceans gedenke, so bedarf es ja keines stromes um die oscillirende Bewegung hervorzubringen. Da wo aber die wassermasse einen widerstand an dem Gestade antrift, muſs nothwendig eine strömmung, bis zum Boden herab, entstehen, und zwar stärker nach Maſsgabe dieses Gestade der fortwir-

(*) Bis zum Texel wird sie nach meiner Idee vom canal herkommen; nördlich und östlich des Texels wird sie aber ihren Zug von der nördlichen Mündung der Nordsee her erhalten.

kenden Bewegung des Meeres entgegensteht, wie wir dieſs bey der holländischen und deutschen Küste gesehen haben. Je seichter nun das von der Sonne und dem Monde aufgezogene Meer ist, desto höher wird es gehoben werden können, weil vermöge der Cohäsion des Wassers, die obern Wasser nicht allein, sondern auch die untern, und zwar bis auf eine gewisse Tiefe, eine oscillirende Bewegung erhalten können. Diese Ondulation ist auch noch sichtbar in der Mündung derer Flüsse, in denen die Fluth einströmt, wovon nachher mehr vorkommen wird.

§. 90. Aus den Beobachtungen, die wir bis jetzt über das Steigen und Fallen des Meeres haben, scheint nun hervor zu gehen: daſs man nie dahin gelangen dürfte: die Zeit der sehr hohen und den Dämmen nachtheiligen Fluthen a priori zu bestimmen, indem sie fast beständig von Stürmen entstehen! So ist z. B. der deutschen Küste an der Nordsee der West-Nordwestliche Wind vorzüglich gefährlich; dieſs beweisen auch einige zu Cuxhaven erfolgte Sturmfluthen, worüber ich die Resultate der Beobachtungen hier aufnehmen will.

Beobachtungen einiger zu Cuxhaven observirter Sturmfluthen.

Datum.	Höhe der Fluth.	Geschwindigkeit des Windes.
	Fuſs.	Fuſs
S. W.		
1791		
d. 9 Jan.	14,6	24
W. S. W.		
1787		
d. 2. März	14,9	39
1789		
d. 16. Nov.	15,3	34
1790.		
d. 29. Jan.	14,7	34
d. 13. Oct.	14,9	39
1791		
d. 14. Jan.	14,6	42
d. 18. —	14,3	27
d. 1. Febr.	14,5	30
W.		
1788.		
d. 25. Jan.	15,5	36
do.	18,2	
d. 26. do.	16,5	39
1789		
d. 5. Febr.	14,4	29
W.		
1790		
d. 12. Dec.	14,7	41
d. 16. —	15,3	37
1791		
d. 26. Jan.	14,2	25
d. 16. Febr.	14,1	50
d. 5. Jun.	14,6	39
d. 28. Nov.	14,3	57
do.	15,0	
d. 29. —	16,0	40
do.	18,5	
d. 2. Dec.	14,5	38
d. 3. —	15,8	39
W. N. W.		
1788		
d. 10. May	14,0	29
d. 18. Oct.	15,2	32
1790		
d. 27 Febr.	15,4	30
d. 11. Sept.	14,3	49
d. 15. Oct.	14,6	31
d. 14. Dez.	14,0	49
W. N. W.		
1791		
d. 22 März	20,7	63
do.	16,3	48
d. 2. Sept.	15,0	20
d. 30. Nov.	16,9	25
N. W.		
1787		
d. 19. Febr.	14,2	22
d. 23 Nov.	14,2	21
1788		
d. 14. Jan.	14,3	24
d. 22. —	14,7	19
d. 4. April	14,0	27
d. 11. May	16,1	23
d. 7. Oct.	15,7	13
d 14. Nov.	14,2	24
d. 17. —	14,8	29
1789		
d. 16. Febr.	16,1	32
1790		
d. 28. Febr.	15,2	28
d 16. Oct.	14,4	48
N. W.		
d. 4. Dec.	14,5	42
1791		
d. 31. Jan.	17,5	41
do.	14,8	
d. 1. Dec.	15,0	41
N. N. W.		
1787		
d. 19. April	14,0	23
1788		
d. 24. Oct.	14,4	29
1790		
d. 27. Nov.	17,7	41
1791		
d. 2. Febr.	17,0	55
d. 24. März	15,7	42
do.	15 0	
N.		
1788		
d. 15. Jan.	14,6	20
d. 19. —	14,0	24
1791		
d. 3. Febr.	16,0	40

Aus diesen Beobachtungen sehen wir auch, daſs die stärksten Winde die höchsten Fluthen begleiten. Ueberhaupt sind die Springfluthen nie den Deichen gefähr-

lich, wenn sie nicht mit stürmen begleitet sind: denn die Deiche liegen weit höher, als die gewöhnlichen Fluthen steigen. Ja, die Stürme treiben das Meer mehrere Fluthperioden hinter einander gegen das Gestade an, und beständig weit über die Höhe der Sqringfluthen hinaus, wie wir aus den vorstehenden Beobachtungen sehen. Selbst von der Stärke des Küstenwindes sind wir nicht berechtigt, auf die Stärke des Windes auf dem offenem Meere — zu urtheilen. Gewisse Beobachtungen können indessen den Strandbewohner zur Warnung dienen: wenn z. B. der Südwind sich schnell nach Nordwest dreht, so entsteht längs der holländischen Küste fast immer Sturm. Tritt dieser nun in den Aequinoctial - und Solstizial - Zeiten oder wenn der Mond in der Erdnähe steht, ein; so ist um so gewisser eine ausserordentliche hohe Fluth zu befürchten. Wir sehen also, daſs sich über die zu erwartenden Erhebungen des Meeres, gegen die Küsten, nie eine genaue Berechnung wird anstellen lassen. Noch weniger läſst sich wohl a priori die Höhe derselben bey mehreren Küstenpuncten zugleich bestimmen. Wie unregelmäſsig ist nicht das Bett derer auf unserm Planeten befindlichen Meere, wie mannigfaltig ist nicht die Figur der Küsten, derer davor liegenden Bänke und Rifs, so wie die Mündungen der Meerbusen? Wer kann wohl die Wassermenge bestimmen, welche von den Meerbusen und den kleinern Meeren aus dem groſsen Ocean bey diesem oder jenem Winde, bey dieser und jener Erhebungshöhe des Oceans, während sechs Stunden, eingeschlürft wird? Mit welcher Geschwindigkeit dieses geschieht, und um wie viel diese Geschwindigkeit in der Meerenge, — in dem Meerbusen — accelerirt werden müsse, um das Wasser zu dieser oder jener Höhe zu heben? Läſst sich der Einfluſs der Meerbusen auf das Steigen und Fallen des Meeres in der Nähe ihrer Mündungen selbst dann bestimmen, wenn man die Gröſse des durch diese Mündungen strömenden Volumens berechnet hätte? Kennen wir wohl die Einwirkung der Cohäsion des Wassers auf seine Bewegung längs der Küste? Nehmen wir alles dieses zusammen, so dürfte der Gelehrte auch hier gestehen müssen: daſs er von Naturerscheinungen, die so mannigfaltigen Abwechselungen unterworfen sind, als die Fluth es ist, nur einige einzelne Momente, mit Hülfe der Erfahrung und der Theorie, angeben könne; und daſs er es nie dahin bringen dürfte, selbst die Zeit der hohen Sturmfluthen zu bestimmen: daſs die neuern Gelehrten ungeachtet ihrer Bemühungen über den Gang dieses Phänomens noch vieles unentwickelt gelassen haben (x). Wenn wir also schon durch die genaue Uebereinstimmung zwischen den Bewegungen der Sonne und des Mondes und dem periodischen Erheben des Meeres es wissen: daſs dieses von dem Stande dieser beyden Weltkörper und dem der Erde abhängt, so kennen wir doch viel zu wenig den Gang der Oscillation des Weltmeeres, um die Berechnung einer Oscillationscale, welche die Höhe der Erhebung längs den Küsten angeben könnte, zu verfertigen. Es ist also in jedem Betracht zu

(x) Belidor Arch. Hydr. 2. P. T. 2 p. 7 hat fast dasselbe gesagt, was man jetzt für neu ausgiebt.

wünschen, daſs sich eine Gesellschaft Naturforscher vereinigen möge, um Beobachtungen an mehrern Orten zugleich, wo möglich an im Meere isolirt liegenden Puncten anstellen zu lassen. Alsdann werden nur die bey geringem Winde angezeichneten zu gebrauchen seyn. Die Insel Helgoland wäre z. B. ein solcher Punct; auch der Leuchthurm zu Edystone; ferner die Inseln Uist unter den schottländischen Inseln; das Inselchen Kilda von Western - Islands; Suderoe und Eueloe von den Feroeschen Inseln, die Insel Quessant; Verte; St. Yago; Helene; Trinidade u. m. Inseln, würden solche Beobachtungspuncte abgeben können. Beobachtungen (*) an diesen Orten angestellt, würden uns ein groſses Licht über die Oscillation des Meeres geben, das wir nie aus solchen Wahrnehmungen — die in Häfen, Meerbusen und in den Mündungen der Flüsse, wo noch weit mehrere Abwechslungen, als an isolirten Inseln statt finden, wo das Steigen und Fallen des Wassers wesentlich verschieden von dem Steigen und Fallen des Meeres seyn wird, angestellt sind, erhalten werden. Wie beträchtlich kann nicht die gröſsere oder geringere Wassermenge eines Flusses auf den Stand des Wassers *in der Fluſsmündung* selbst seyn, und muſs das Wasser an dem Gestade des festen Landes, des Widerstands wegen, den dieses verursacht, nicht höher, als an kleinen Inseln steigen? So steigt z. B. in den Mündungen der Flüsse die Fluth gewöhnlich höher, als am Meeres-Gestade, wegen dem Widerstande, den ihr der Fluſsstrom entgegen setzt; die Ebbe fällt aber hier niedriger als dort. Dieſs beweisen die von dem Landmesser Bolstra im Jahr 1738 und 1739 angestellten Wahrnehmungen, welche auf Tab. 49. Fig. 3. dargestellt sind.

Ich sehe mich nunmehr, des Raumes wegen, genöthiget, die Materie, über die Fluth im Allgemeinen, zu beschliessen, die ich auch nur dann mit einiger Vollständigkeit vortragen könnte, wenn ich einen Auszug aus der vortrefflichen Abhandlung des la Place geliefert hätte, und worauf ich verweise. Ein solcher Auszug würde aber wohl für die mehresten der Leser dieses Werkes überflüssig seyn, da sie mit der Abhandlung selbst bekannt seyn werden. Ich komme also zum eigentlichen Gegenstande, welcher den Wasserbaukundigen so wesentlich interessirt. Es enthält derselbe die Kenntniſs

(*) Wegen solchen Beobachtungen will ich des la Place eigene Worte hersetzen. Er sagt in §. 65. der angeführten Abhandlung: „Il suffiroit d'observer chaque année, les instans et les hauteurs des plaines et des basses - mers dans les deux sysigies et dans les deux quadratures consécutives, qui comprennent chaque équinoxe et chaque solstice, en considérant le jour même de la phase et les trois jours qui la suivent. L'observation des hauteurs n'a aucune difficulté; mais les instans de la plaine et de la basse-mer, sont difficiles à saisir. On pourra les obtenir avec précision, en prenant un milieu entre les deux instans où la mer est à la même hauteur, environ un quart d'heure avant et après la pleine ou la basse mer. Une longue suite d'observations de ce genre, comparées aux positions correspondantes du soleil et de la lune, rectifiera les élémens auxquels je suis parvenu dans cet ouvrage, fixera ceux qui sont encore incertains, et développera des phénomènes jusqu'ici enveloppés dans les erreurs des observations.“

Von der Natur der Flüsse und der Meerbusen, in denen die Fluth einströmt.

§. 91. *Ebbe- und Fluthströme fliefsen nicht mit einem hydraulischen Beharrungsstande.* Wenn ein Strom durch jedes auf seiner Stromrinne senkrecht gezogenes Profil eine und dieselbe Wassermenge führt, so fliefst er mit dem hydraulischen Beharrungsstande, und er kann weder steigen noch fallen §. 5. u. 37. Da nun in jedem Fluthstrome die Bewegung nur vermöge des Druckes, den die seewärts gelegenen Profile auf die flufswärts gelegenen ausüben, hervorgebracht wird, und ein solcher Strom beständig seiner Natur nachsteigt: so kann er keinen hydrometrischen Beharrungsstand erreichen. Diefs trift auch bey dem Strome während der Ebbe, den wir den *Flufsstrom* nennen wollen, zu: denn dabey ist er im beständigen Fallen bis er zum Stillstande kömmt. In dem ersten Moment, worin die Fluth aus der See in eine Flufsmündung einströmt, wird in dieser Mündung erst eine Retardation des Flufsstromes — dann dessen Stillstand — endlich Umrollung (*Kenterung*) desselben, und nun ein *Rückwallenderstrom*, den man uneigentlich Fluthstrom nennt, und den man auch gleich an der ondulirenden Bewegung in der Oberfläche gewahr wird, entstehen. Die See, welche 6 St. 12. M. 37 Sec. unaufhörlich in die Mündung des Flusses einströmt, bringt durch jedes seewärts gelegene Profil des Stromes eine gröfsere Wassermenge, als durch jedes Land- oder flufswärts liegende, welches ihr in der Mündung dadurch erleichtert wird: dafs der Flufsstrom darin eine äufsert geringe Neigung und wenig Geschwindigkeit hat (*). In dieser Hinsicht findet also zwischen dem Strom in natürlichen Flüssen, der zuweilen mit einem hydraulischen Beharrungsstande fliefst, und dem Strom in solchen Flüssen, worin die Fluth einströmt, oder dem Strom in Meerbusen, eine stricte Analogie *nicht* statt.

§. 92. *Das Seewasser oder auch das Flufswasser in dem untern Flufsbezirke, kann, während einer Fluthzeit, bis zu demjenigen Puncte, wohin der Rückwallendestrom verspürt wird, n i c h t gelangen.* Wollte man das Gegentheil annehmen, so würde man zugleich darthun müssen: dafs der Rückwallendestrom, eine ungeheuere Geschwindigkeit erlangen müfste. In der Maas und Meerwede würde er wenigstens 14,3 Fufs in der Secunde zurücklegen müssen; in der Elbe würde er noch schneller fliefsen; im Amazonen-Flusse müfste er fast des Sturmwindes Schnelligkeit übertreffen. Wir finden also hier wieder die Anwendung von dem Satze: dafs der Druck einer flüssigen Masse sich so weit in die Masse selbst ausdehnt, als er die Ueberwucht hat: denn hier drückt der Flufsstrom der Fluth entgegen — selbst mit einem hydraulischen Momente. Soll dieses also der Fluthstrom überwinden, so mufs in jeder auf die Bewegungsrichtung senkrecht liegende unendlich kleine Wand des Fluthstromes erst einen Aufstau (eine Denivellation in der Oberfläche), entstehen, bevor er aufwärts getrieben und in den Rückwallendenstrom verwandelt werden kann. Jede senk-

(*) Tab. 49. Fig. 4 5 5 Bossut Hydrod. Tom. II. p. 282., und Raccolta T. VII. p. 504.

rechte Wasserwand schiebt also die andere fort, wenn der Rückwallendestrom eine Ueberwucht über den Flufsstrom erhalten hat, dafs ist, wenn jedes seewärts gelegene senkrechte Profil in gleichen Zeiträumen eine gröfsere Wassermenge des Fluth - oder Rückwallendenstromes durchläfst, als jedes Profil des Flufsstromes. Hieraus folgt aber keineswegs, dafs die Geschwindigkeit in seinem Querschnitte, in allen Verticalen desselben, gleich seyn müsse, sondern sie kann nahe am Boden geringer, als in der Nähe der Oberfläche seyn. Auf diese Weise kann man sich die Bewegung eines Rückwallendenstromes ondulirend gedenken. Wirklich sieht man auch, wenn die Vorfluth ankömmt — wenn sie die Ueberwucht über den Flufsstrom erhält, und also einen Rückwallendenstrom in dem Wasser hervorbringt — eine wellenartige oder ondulirende Bewegung an der Oberfläche. So kann also ferner die ondulirende Wirkung sich schnell in den Strom verbreiten, ohne dafs gerade das Wasser oder der Strom selbst mit grofser Geschwindigkeit aufgetrieben wird. Daher ist es denn auch bey dem Amazonen - Flufs (bey dessen überaus grofser *Mündung*, bey der wahrscheinlich geringen Neigung des Flufsstromes und bey dem geringen Abhange seines Bettes) möglich - dafs der rückwallende Strom 200 Seemeilen aufsteigt. Es bedarf also da keiner Fluthwellen, die wieder Ebbewellen nothwendig machen würden, und dann hätten wir in einem und demselben Flusse mehrmahlen abwechselnd, zugleich Fluth und Ebbe, nämlich, wenn wir ihm nicht eine ungeheuere Geschwindigkeit zugestehen wollen. Davon ist, so viel ich weifs, bis jetzt aber noch keine Beobachtung bekannt.

§. 93. *Da wo also die Gröfse des in der Mündung einströmenden Fluthstromes den Druck, womit er gegen den Flufsstrom wirkt, bestimmt, so beruht es auf die Gröfse der Mündung, oder ihres Profils, d. i. ihrer Tiefe und Breite, wie weit der Rückwallendestrom aufwärts geschoben werden kann.* Will man also diesen Strom weiter landwärts führen, um den Flutfstrom zur Zeit der Ebbe selbst zu verstärken; die Tiefe zu vermehren; und die Fahrbarkeit zu verbessern: *so mufs man das Profil der Mündung vergröfsern!* Dieser Satz wird auch, selbst von der Erfahrung, aufs beste bestätigt: ehemals lief nämlich der Rückwallendestrom der Weser oberhalb Bremen; der von der Elbe oberhalb des Zollspickers; der von der Waal oberhalb Bommel hinauf, und die Mündungen dieser Flüsse waren gröfser, als gegenwärtig. Die Maas war (1606) neunhundert und sechzig Ruthen weit, und für Kriegsschiffe fahrbar; gegenwärtig beträgt ihre Breite kaum 420 Ruthen und ihre Tiefe, bey der Ebbe, nicht über 8 Fufs. Damals lief der Rückwallendestrom bis Bommel hinauf; jetzt ist er, selbst beym niedrigen Stande der Waal, nur bis unter Vuuiren (Tab. 29.) merkbar.

§. 94. *Das Wasser der Vorfluth kann nicht über das Wasser der Nachebben, oder über das Wasser des Flufsstromes hinweggleiten.* Wäre diefs, so würde man dem Seewasser über das Flufswasser hin, eine wenig gestörte Geschwindigkeit zugestehen müssen. Dieser Fall findet aber nicht statt: denn es tritt das Seewasser während

einer Fluthzeit, nicht weiter in das Flufsbett hinein, als die mittlere Geschwindigkeit der gesammten Masse es treibt. Auch treten ja nicht die *obern Schichten* des Meerwassers in die Mündung des Flusses *allein* hinein, sondern die gesammte vor der Mündung stehende Meereswand, und diese bewirkt mit ihrem gesammten Druck einen Rückwallendenstrom in des Flusses Bett, wie wir bereits erklärt haben.

Aus diesen beyden Sätzen, deren Richtigkeit bald noch mehr bestätigt werden wird, (*) geht also hervor: dafs zwischen Flüssen und Meerbusen, in denen die Fluth einströmt, auch wieder ein wesentlicher Unterschied zu machen sey: denn bey jenen hat der Fluthstrom den Flufsstrom zu überwinden; bey diesen findet nur ein Strom, entweder der Fluth - oder der Ebbestrom, statt.

§. 95. *Auch in Meerbusen und Flüssen, in denen die Fluth einströmt, finden in den engsten Stellen die gröfsten Tiefen statt* §. 36.; denn die Geschwindigkeit der Ströme wird darin gröfser, als in der weiten Bahn, wenn sie gleich nicht mit einem hydraulischen Beharrungsstande wirkt. Dieser Stand tritt nämlich bey Flüssen der dritten Art niemals ein, wie diefs aus dem Inhalte des 33., 34. und 35 §. zu ersehen ist, und doch sind die engsten Profilweiten allemal mit der gröfsten Geschwindigkeit und den gröfsten Tiefen gepaart §. 36. Es versteht sich, wenn unter allen Umständen die Geschwindigkeit so grofs ist, um das Bett auszuhöhlen: denn wo dessen Adhärenz so stark wäre, ist, dafs die fortbewegte Strommasse daran keine Abflächung bewirken kann, da dürfen wir auf eine gröfsere Tiefe nicht, wohl aber auf eine Zunahme der Geschwindigkeit, rechnen.

§. 96. *Die in Flüssen einströmende Fluth hat in der Nähe des Flusses - Mündung eine positive, dann eine negative Neigung, das heifst: des sogenannten Fluthstromes, oder eigentlich des Rückwallendenstromes Oberfläche erhebt sich flufsaufwärts.* In der That ein äusserst auffallendes Phänomen. Es beweifst: dafs, unter gewissen Umständen, selbst die Oberfläche des fliefsenden Wassers steigen könne, nämlich alsdann, wenn ein Strom dem andern begegnet, und der eine Strom über den andern die Ueberwucht erhält, welcher Fall bey Flüssen, worin die Fluth einströmt (**), sich ereignet. Diese Naturer-

(*) Auf Autoritäten, die in Hypothesen bestehen, kann ich mich nicht einlassen, also auch nicht auf diejenige Vorstellung, die sich Guglielmini (Della natura dei Fiumi C. VIII. p. 412.) von der Wirkungsart der Fluth in Flüssen macht: denn er hält dafür; „dafs der Fluthstrom nicht vermögend sey, das kleinste Flüschen, wenn es nur mit hinreichend hohen Ufern versehen ist, in seinem Abflusse zu hemmen; dafs also der Fluthstrom über den Flufsstrom hinweg gleiten müsse.“ Mit welcher ungeheuern Geschwindigkeit würden wir alsdann die Fluth einströmen sehen, wenn sie nach Bossut, sich über den Flufsstrom wälzte? (Dieser drückt sich in seiner Hydrodynamique T. II. p. 288. so aus: „l'Eau de la mer remonte avec rapidité et glisse sur celle de la Seine à peu près comme elle feroit sur un terrein uni.“ Ich setze dieser Behauptnng auch die bisher angestellten Messungen über die Geschwindigkeit des Fluthstromes in den Mündungen der Flüsse entgegen. Dafs es nicht allein der obere Theil des Meeres seyn kann, welcher zur Fluthzeit in die Mündung der Flüsse eintritt, sondern die gesammte Masse, bis auf den Boden, geht auch daraus hervor, weil sonst der Druck des Flufsstromes selbst in das Meer hinein, eine der Fluth entgegengesetzte Bewegung hervorbringen müfste.

(**) Im Meere und längs dem Gestade ist die Fluth mit dem Begriff vom Steigen verbunden; da wirken aber auch die anziehenden Kräfte der Himmelskörper und der Widerstand des Gestades.

scheinung wird von den Beobachtungen, die der Landmesser Bolstra in den Jahren 1739 bis 1741 angestellt hat, aufs unumstöfslichste erwiesen (*), und ich will — um diefs anschaulicher zu machen, die Lage der Oberfläche von der Maas und der Meerwede, wie sie Bolstra gefunden hat, nicht nur figürlich Tab. 49. Fig. 1., 2., 3., 4., 5, und 6. darstellen, sondern auch eine aus dessen Wahrnehmungen berechnete Tabelle auf den folgenden zwey Seiten mittheilen. Diese Tabelle giebt eine deutliche Uebersicht 1°. von dem Verhältnifs der Neigung des Flufsstromes zu den Längen 2°. von dem Steigen des Rüchwallendenstromes, oder des Fluthstromes, zu eben diesen Längen.

Nachdem wir nun diese Ströme in der angezogenen Tabelle in einzelnen Stationen zerlegt haben, wollen wir sie auch bis auf die gesammte Länge, worin gewöhnlich die Fluth einwirkt, betrachten; das ist von der Maasmündung bis zu den Puncten *AAA* (siehe Tab. 49., 4., 5., 6.), wo sich die Linien der Fluth und Ebbe vereinigen.

Uebersicht vom gesammten Steigen des Rückwallendenstromes und von der Neigung des Flufsstromes, bis zu demjenigen Puncte, wo ein Auf- und Niederfallen des Wassers in der Merwede verspürt wird.

Länge — vom hölzernen Feuerbaaken am nördlichen Ufer der Maasmündung bis zu den Puncten AAA (Tab. 49. Fig. 4. 5. 6.) wohin der Rückwallendestrom in der Merwede aufhörte, während die in der Tabelle S. 118 u. 119 bezeichneten Beobachtungen angestellt wurden.	Steigen des Rückwallendenstromes.	Setzt man das Steigen = 1, so ist die Länge.	Neigung des Flufsstromes.	Setzt man die Neigung = 1, so ist die Länge.	Stand der Waal und Maas.
In rheinländischen Ruthen.	Zoll.		Zoll.		
20415	25	117590	85	34585	beym niedrigen Strom
18957	40	68245	95	28734	— mittlern Strom
17500	57	44210	114	22105	— hohen] Strom

Alle diese Beobachtungen, einzig in ihrer Art, (wenigstens sind mir keine andere bekannt) zeigen es evident. 1tens. Dafs der Rückwallendestrom bey einer *negativen*

(*) Auch die waterpassingen en peilingen aan en omtrent de Revier de Merwede door Cruquius, und noch mehrere, von Bolstra angestellte Beobachtungen Tab. 31. — ergeben, ähnliche Resultate; nämlich, dafs der Rückwallendestrom eine negative Neigung hat. So ist es z. B. aus denen in Fig. 1., 2, und 3. Tab. 31. angezeigten 18 monathlichen Beobachtungen ersichtlich: dafs der Rückwallendestrom von Dortrecht nach Hardingksveld 21 1/2 Z. steigt, wo des Flufsstromes Neigung doch 47 Zoll betrug.

Wollte der Leser indessen auch an der Genauigkeit aller dieser bildlich dargestellten Nivellements zweifeln, so würde selbst ein solcher Zweifel nicht das Hauptresultat (das Steigen des Rückwallendenstromes) widerlegen. Dasselbe beruht ja lediglich und allein nur darauf; dafs die Neigung des Flufsstromes von den Puncten *AAA* (Tab. 49. Fig. 4. 5 und 6.) gröfser, als die Fluthhöhe vor der Maasmündung ist. Dafs diefs aber wirklich so sey, zeigt uns die simple Beobachtung des Zurückbleibens (noch unter Rotterdam) von dem Seewasser. Kurz, wenn wir diese treffliche Wahrnehmungen näher analysiren, so werden wir gezwungen, ihnen einen sehr hohen Grad von Präcision zuzugestehen, welches auch noch unten gezeigt werden soll.

Neigung seiner Oberfläche fliefst. 2tens. Dafs diese gröfser ist beym hohen, als beym niedrigen Stande des obern Flufsbezirkes. In der That, zwey äufserst wichtige Resultate! Die erste dieser Erscheinungen ist bereits im 92ten §. erklärt worden — indem aus der von der See in die Flufsmündung einströmenden Fluthmasse ein Fortschieben des Wassers aufwärts abgeleitet wurde — und diese Erklärung stimmt sie nicht mit den

Mittlere Höhe der Fluthen und der Ebben in der alten und neuen Maas und in der 1739 bis 1741 angestellt hat, gezogen, und auf den Nullpunct des Amsterdammer

Oerter bey denen die Observationen angestellet sind. (Tab. 31., 32., 40. und 49.)		Bey ordinärer strombhöhe. Mittlere Höhe über den Amsterdammer Pegel.	Mittlere Ebbe über (+) und unter dem Amsterdammer Pegel.	Unterschied von Fluth und Ebbe.	Steigen des Rückwallenden Stromes.	Setzt man das Steigen = 1, so ist die Länge.	Neigung des Flufsstromes.	Setzt man die Neigung = 1, so ist die Länge
		Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.		Zoll.	
Hölzerner Feuerbaken (*) am nördlichen Ufer der Maasmündung . .	Tab. 31. u. 40.	30	24½	54½	0	0	0	0
Gegen den Briel		30¾	20	50¾	¾	326400	4½	54400
— Maaslandsluis . . .		31	18	49	¼	691200	2	86400
In der alten Maas bey der Weel-Platt		32	16	48	1	216000	2	108000
Gegen Vlardingen		32⅓	15⅓	47⅔	⅓	216000	⅔	108000
— Schiedam		33	14⅓	47⅓	⅔	237600	1	158400
In der alten Maas gegen Roon .	Tab. 30. u. 39.	33⅔	12⅓	46	⅔	221400	2	73800
Gegen Rotterdam		34	11⅔	45⅔	⅓	267840	⅔	133920
Bey der Ysselmündung . . .		34¼	10	44¼	¼	817920	1⅔	122688
In der alten Maas bey Heer Jans Dam		35	9	44	¾	124800	1	93600
Bey der Leckmündung . . .		35	8	43	0	0	1	100800
In der Nord gegen Ablasserdam .		35	7	42	0	0	1	133200
In der Merwede bey Dortrecht .		36	5	41	1	183600	2	91800
Gegen den Engel . , . . .	Tab. 32. u. 40.	43½	+ 11	32½	7½	26880	16	12600
— dem Bassekil		48	+ 23	25	4½	32000	12	12000
— Steenenhoek		52	+ 31	21	4	28800	8	14400
— Hardinksveld . . .		56	+ 41	15	4	27000	10	10800
					26		65½	

1te Anmerkung. Die Längen sind von dem hölzernen Feuerbaken an der Maasmündung aufwärts, von einem Observationspuncte bis zum nächstfolgenden, gerechnet worden.

(*) Siehe Tab. 31. Haute - Baaken.

2te Anmerkung. Der Nullpunct des Amsterdamer Pegels liegt beynahe der ordinären Fluth des Seestromes vor Amsterdamm, den man das Y nennt, gleich.

Neigung von Hardinksveld bis zur Maasmündung.

Beobachtungen? Wir sehen nämlich, in der *vorstehenden Tabelle*, bestimmt: daſs der Rückwallendestrom beym hohen stande der Waal und Merwede nur 17500 Ruthen aufwärts läuft, wenn er, beym niedrigen stande dieser Flüsse 20413 R. weit aufrollt, und zwar deſswegen, weil der Gegendruck des hohen Fluſsstromes gegen die in die Mündung einströmende Fluthmasse gröſser ist, als derjenige vom niedriger stehenden Fluſsstrome.

Merwede, aus den Wahrnehmungen, welche der Landmesser Bolstra in den Jahren Pegels, als auf die angenommene Horizontal - Linie reducirt.

Bey niedrigem strom.							Bey hohem strom.						
Mittlere Höhe über den Amsterdammer Pegel.	Mittlere Ebbe über (+) und unter dem Amsterdammer Pegel.	Unterschied von Fluth und Ebbe	Steigen des Rückwallendenstromes.	Setzt man das steigen = 1, so ist die Länge	Neigung des Fluſsstromes	Setzt man die Neigung = 1, so ist die Länge	Mittlere Höhe über den Amsterdamer Pegel.	Mittlere Ebbe über (+) und unter dem Amsterdammer Pegel	Unterschied von Fluth und Ebbe	Steigen des Rückwallendenstromes	Setzt man das steigen = 1, so ist die Länge	Neigung des Fluſsstromes	Setzt man die Neigung = 1, so ist die Länge.
Zoll.	*Zoll.*	*Zoll.*	*Zoll*		*Zoll.*		*Zoll.*	*Zoll.*	*Zoll.*	*Zoll*		*Zoll.*	
33	27	60	0	0	0	0	33	24	57	0	0	0	0
33	24½	57½	0	0	2½	97920	35	19	54	2	122400	5	48960
33	24	57	0	0	½	345600	36	15	51	1	172800	4	43200
33	23½	56½	0	0	½	43200	38	10	48	2	10800	5	43200
33	22½	55½	0	0	1	72000	38	9	47	0	0	1	72000
33	22	55	0	0	1	316800	40	5	45	2	79200	4	39600
33	21½	54½	0	0	½	295200	41	2	43	1	147600	3	49200
33	21	54	0	0	½	178560	41½	+ ½	41	½	178560	2½	35712
33	20½	53⅓	0	0	½	306720	43½	+ 5	38½	2	102240	4½	45440
33	20	53	0	0	⅔	280800	44	+ 7	37	½	187200	2	46800
33	19½	52½	0	0	½	201600	45	+ 9½	35½	1	100800	2½	40320
53	19	52	0	0	½	266400	46	+ 12	34	1	133200	2½	53280
33	18	51	0	0	1	183600	48	+ 17½	30½	2	91800	5½	33381,8
37	5	42	4	50400	13	15508	61	+ 38½	22½	13	15508	21	9600
41	+ 7	34	4	36000	12	12000	70	+ 55	15	9	16000	16½	8727
44	+ 14	30	3	38400	7	16457	76	+ 66	10	6	19200	11	10472,7
45	+ 21	24	1	10800	7	15428,6	82	+ 76	6	6	18000	10	10800
			12		48					49		100	
				Neigung von Hardinksveld bis zur Maasmündung.							Neigung vom Hardinksveld bis zur Maasmündung.		

Die zweyte Erscheinung, wobey der Rückwallendestrom beym hohen Stande des Flusses eine gröſsere negative Neigung hat, als beym niedrigen — läſst sich so erklären: Die Fluthmasse, in die Maasmündung einströmend, schiebt den Fluſsstrom — nachdem sie in demselben einen Stillstand, dann Kenterung, hervorgebracht hatte — vor sich hin, weil die Fluth während ihrer ganzen Dauer in die Fluſsmündung eintritt. Vermöge dieser einströmenden Fluth — die nothwendig bis zum Boden mit einer gewissen Geschwindigkeit flieſsen muſs, wie uns denn auch die angestellten Messungen (S. 428 der ersten Ausgabe) beweisen; und der Cohäsion des Wassers, welche die Bewegung von einer flüssigen Masse in die andere, oder von einer Wasserwand in die andere impulsirt, und so einen fortwälzenden bewegliches Aufstau bildet. — Vermöge dieser Wirkungen treiben die untern Querwände des Fluthstromes die obern zur Umrollung, und machen sie aufwärts flieſsen. Ist demnach die Wassermenge des Fluſsstromes groſs, so muſs sie, wenn sie einmal von der in der Mündung eingeströmten Fluthmasse in rückwallender Bewegung gesetzt ist — in einen und denselben Puncten des Fluſsstromes einen höhern Aufstau, mithin ein höheres Steigen der Oberfläche (in Verhältnisse der Länge) hervorbringen, wie dieſs die Tabelle S. 117, und die auf S. 118 u. 119 mitgetheilte, beweiſsen. Dieſs Steigen muſs auch gröſser seyn, wenn der Rückwallendestrom aus einer weiten Bahn in eine engere tritt, als wenn die Bahn sich fluſswärts erweitert. Da nun der erstere Fall bey der Maas und Merwede statt findet, so ist diese zweyte Erscheinung um so leichter zu erklären.

§. 97. Aus dieser Erklärung folgt auch: *daſs die Oberfläche des Rückwallendenstromes sich alsdann desto mehr einer Horizontalfläche nähern müsse, wenn der Fluſs niedrig steht*, ja sie kann auf eine weite Strecke in die Nähe der Mündung fast horizontal seyn. Hierbey darf ich mich, der Kürze wegen, nur auf die Tabelle S. 118 u. 119. und auf Fig. 4. 5. und 6. Tab. 49. beziehen.

§. 98. Der 90te §. und die Natur der Bewegung des Ebbe - und Fluthstromes — die entweder von Moment zu Moment abnehmend oder zunehmend ist, zeigt es: *daſs alle Geschwindigkeitsmessungen der Ebbe - und Fluthströme nur dann ein brauchbares Resultat, in Hinsicht der Wassermenge, geben können, wenn sie zur halben Ebbe- oder halben Fluthzeit, unter einerley Umständen, angestellt sind.* Bey der Vor - oder Nachfluth; bey der Vor - oder Nachebbe; bey der höchsten Fluth und niedrigsten Ebbe, tritt die unbehaarrlichste Strömung ein, die eine fast immer geringe Geschwindigkeit, also eine solche Geschwindigkeit giebt, bey welcher die Mängel unserer Instrumente von Einfluſs seyn können. Sie giebt ferner auch deſswegen kein für die Hydrotechnik brauchbares Resultat; weil dabey auf den gröſsten Angriff des Wassers gerechnet werden muſs. Will der Wasserbaukundige vollends das Verhältniſs der Was-

sermenge mehrerer stromäste zu einander, kennen, so wird er nur diejenigen Messungen, welche zur halben Ebbe- oder halben Fluthzeit, unter gleichen Umständen, und zu gleicher zeit angestellt sind, in sein Raisonnement aufnehmen. Wie grofs ist nicht z. B. das höhere oder niedrige Steigen der Fluth vor der Mündung; die stärke und Direktion des windes auf die Retardation und Beschleunigung grofser ströme?

§. 99. Will man demnach die wassermenge eines Ebbe- und Fluthstromes bestimmen, so *mufs die Messung zu gleicher zeit in mehreren Perpendiculairen oder stromstriefen bewerkstelligt werden.* Zu ihr dürfte also wohl die Methode mit schwimmenden stäben (die Geschwindigkeit zu beobachten) die genaueste, zweckmäfsigste und mindest kostbarste seyn. Werden diese stäbe von mehrern Puncten zugleich losgelassen, so kann die Messung in verschiedenen stromärmen, als z. B. in der unvertheilten Elbe oberhalb Hamburg; in der Süder- und Nordelbe, während fünf und zwanzig Minuten, vielleicht in noch kürzerer zeit, ohne die vorbereitungen zu rechnen, von 20 Puncten ab, zu gleicher zeit, jedoch von drey Beobachtern, bewerkstelligt werden.

§. 100. *Der Rückwallende-strom wird in seinem Laufe nur alsdann retardirt, wenn die Ebbe vor der Mündung eines Flusses eingetreten ist.* Diese Erscheinung wird nun auch wieder durch die Bolstraischen Messungen erwiesen (*), die ich, in dieser Hinsicht, für wichtig genug achte, um sie tabellarisch mitzutheilen.

(*) So ist es z. B. auch bey Hamburg hohe Fluth, wenn es in der Elbemündung ebbt. Es fluthet noch in der Weser bey Elsfliet, wenn bereits in dieses Flusses Mündung Ebbe ist.

Uebersicht von der Dauer der Ebbe und Fluth bey mittlerer Stromhöhe zur Zeit des Neu- und Vollmondes in der Maas und Merwede, aus den Beobachtungen des Landmessers Bolstra gezogen.

Oerter, bey denen die Observationen angestellt sind. (Tab. 30., 31., 32., 40. u. 49.)	Zeit des niedrigsten Wassers.		Zeit des höchsten Wassers.		Dauer der Fluth. *)		Dauer der Ebbe.	
	Uhr.	Min.	Uhr	Min.	St.	Minut	St.	Minut.
1. Hölzernen Feuerbaken am nördlichen Ufer der Maasmündung Tab. 32.	10	8	2	32	4	24	7	36
2. Gegen den Briel Tab. 40. . . .	10	40	3	—	4	20	7	40
3. — Maaslandsluis	11	2	3	20	4	18	7	42
4. In der alten Maas bey der Weel-Platte	11	40	3	44	4	14	7	46
5. Gegen Vlardingen	11	30	3	52½	4	12½	7	47½
6. — Schiedam	12	—	4	10½	4	10½	7	49½
7. In der alten Maas gegen Roon .	12	19	4	27	4	8	7	52
8. Gegen Rotterdam Tab. 31. . . .	12	31	4	36	4	5	7	55
9. Bey der Ysselmündung	12	58	4	57	3	59	8	1
10. In der alten Maas bey Herr Jans Dam	1	10	5	8½	3	58½	8	1½
11. Bey der Leckmündung	1	23	5	19	3	56	8	4
12. In der Nord gegen Alblasserdam .	1	41	5	34	3	53	8	7
13. In der Meerwede bey Dortrecht .	2	3½	5	54	3	50½	8	9½
14. Gegen den Engel (Tab. 30.)	2	27	6	17	3	50	8	10
15. — dem Eassekil (Tab. 30.) . .	2	43	6	34½	3	51½	8	8½ ***)
16. — Steenenhoek (Tab. 30.) . .	2	56	6	47	3	51	8	9 ***)
17. — Hardinksveld (Tab. 30.)	3	8	7	—	3	52 **)	8	8 ***)

§. 101. Weil die Fluth vermittelst des Druckes der seewärts liegenden Wasserschichten auf die flußwärts seyenden eine Bewegung — einen Rückwallenden-Strom — hervorbringt: so *muß die Geschwindigkeit in dem Flußstrome sowohl, als von dem eigentlichen Fluthstrom, von der Oberfläche nach dem Boden zu, abnehmend seyn*; welches auch ohne weitläuftigen Beweis, und ohne daß es nöthig wäre, uns auf eigens angestellte Messungen zu beziehen, klar ist. Doch ich will noch diejenigen

(*) Da die Verspätung, einer Fluthperiode, 25 Min. 14 Secunden beträgt, so würde hier zu jeder Dauer der Fluth noch diese Zeit hinzugefügt werden müssen. Ich bin hier indessen, der diplomatischen Genauigkeit wegen, der Bolstraischen Rechnungen gefolgt, wobey 12 Stunden zu einer Fluthperiode angenommen ist.

(**) Bey starkem West-Nordwestwinde steigt die Fluth wohl bis Bommel, das ist, nach Cruquius, eilf Fuß über die niedrigste Ebbe bey Briel; oder 7 Fuß 7 Zoll über die Meeresfluth. Die Figuren 4., 5. und 6., Tab. 49. zeigen uns auch - daß die Oberfläche des Rückwallenden - sowohl, als des Flußstromes eine eingebogene Form hat. Cruquius sagt daher in den angeführten Peilingen: „Sollte die Oberfläche der Merwede und der Maas nach einer fortlaufenden abhängigen Fläche fallen; so müßte ihre Oberfläche vor der Leckmündung 50; bey Dortrecht 71, und bey Hardinksveld 90 Zoll über die niedrigste Ebbe der Nordsee stehen.

(***) Ich muß hier nun endlich noch bemerken: daß die Genauigkeit der Bolstraischen Beobachtungen und Nivellements auch aus dieser Tabelle einleuchtet. Wir sehen nämlich daraus die Zunahme von der Dauer der Fluth vom Bassekil (S. Tab. 30. unterhalb Giesendam, am linkseitigen Ufer) an. Und ist diese Wirkung nicht eine Folge von der einströmenden Fluth durch den Altenwiel, welche des Flußstromes Vermögen schwächt, also auch die Dauer der Ebbe verkürzt.

stellen der ersten Auflage anführen, aus denen sich jeder Leser die Richtigkeit dieses §. ableiten kann. Diese sind I. B. S. S. 414, 425 und S. 256 des 2ten Bandes.

§. 102. *In einer solchen Mündung, deren Bett regulär ist, deren Fluthrinne auch in der Ebberinne liegt, worin sich also die Stromrinne nicht weit von des Flusses Mitte entfernt, wird der Fluthstrom eines senkrechten Querschnitts eine convexe, und der Ebbestrom eine concave Oberfläche bilden.* Tetens bemerkt in einem seiner Briefe): „in der Elbe würden die vor Anker liegenden Schiffe bereits von der Fluth gedreht, wenn es an den Ufern noch merklich ebbt; bey der Ebbe fände aber das Gegentheil statt (*).“ Gegen Bremerlehe habe ich im Herbst 1798 auf der Weser, bey stillem Wetter, gesehen: daſs die groſsen tiefgehenden Schiffe sich bey der Fluth schneller drehen, als die kleinern. Indessen hat dieſs alles auch Ausnahmen, wie wir im 104ten §. sehen werden.

§. 103. *Seeströme müssen, von Ebbe- und Fluthströmen in Flüssen, unterschieden werden;* jene sind solche, welche durch die allgemeine Bewegung der See, hervorgebracht werden. Daher sind auch die Ufer oder der Strand, welcher an solchen Seeströmen liegt, ein *Seeufer* zu nennen. Bestehen aber die Ebbeströme auch aus zugeführten Fluſswasser, dann können sie nicht Seeströme, noch die Ufer - Seeufer, genannt werden. In dieser Hinsicht ist auch in diesem Werke, die Rhede von Helvoet, die alte Maas und die Zaane, mit zum Fluſsbaue gezogen werden.

§. 104. *In den Mündungen der Flüsse und der Meerbusen kann es an dem einen Ufer fluthen, wenn es längs dem entgegengesetzten ebbt.* So z. B. fluthet der Strom im Haringvliet Tab. 46. am südlichen Ufer, wenn es noch ¾ Stunden am nördlichen ebbt. In der Norder-Elbe beym Krautsande fluthet es bereits ¾ Stunden, wenn es in der Süder-Elbe noch ebbt, welches aus der Richtung der Stromrinne von der Elbemündung auf die Mündungen der Nordsee- und Süder-Elbe, erklärt werden kann.

Zwischen diesen Hauptströmen setzen sich, in solchen breiten Mündungen, Mittelplatten, welche die *zufälligen Ufer* solcher Ströme bilden, welches auch in dem practischen Theil der Fluſsbaukunde bestätigt wird.

Diese Canäle (wir haben sie schon oft *Fluth- und Ebbestrom-Rinnen* genannt) laufen mit dem *eigentlichen Ufer* beynahe parallel. Sie verengen sich und näheren sich diesem Ufer, nach Maſsgabe ihre Tiefe zunimmt; wo alsdann zugleich das zufällige Ufer, das ist, die Mittelplatte, höher und flach ablaufender wird, und diese bringt dann dem eigentlichen Ufer die Stromrinne näher. Daher wird das Bett in dieses Ufers Nähe jähe, und es bildet keine krumme Linie.

Aus diesen besondern Erscheinungen, welche die Erfahrung darlegt, folgt dann 1°.: daſs in den Mündungen der Flüsse nicht allemal wechselseitige convexität und

(*) Bossut drückt sich in seiner Hydrodinamique Tom. II. pag. 270 so aus: „Da wo ein Fluſs in ein fluthendes Meer strömt, wird das Wasser an den Ufern zurückgewallet, weil es daselbst eine geringere Geschwindigkeit, als in des Flusses Mitte hat.

concavität der gegen einander überliegenden *eigentlichen ufer* statt finde, wenn sie sich gleich zuweilen antreffen lasse. 2) Dafs der Abbruch und auch die Concavität eines Ufers, — welches beydes von der Annäherung des Stromes, von dessen Tiefe und Geschwindigkeit, oder auch von dem Ebbestrom erzeugt wird, viel nachtheiliger ist, als wenn der Fluthstrom die Ursache davon wäre: denn die Annäherung des Stromes kennt keine andere Gränze als die relative Festigkeit des Bettes oder Kunstmittel. Dagegen bewirkt der Fluthstrom Abschälung des Ufers, und er ist in dieser Hinsicht sehr zu fürchten.

Aehnliche Erscheinungen wie im Haringvliet habe ich 1798 an der Weser und dem Maarsdiep bemerkt. Sobald die Fluth in der Wesermündig, gegen Blexen, das Watt erreicht hat, entsteht an dieser Westseite ein Widerstrom, der immer schneller wird, je nachdem die Fluth steigt. So ebbt es am westlichen Ufer, wenn es am östlichen fluthet. Zuletzt, eine halbe Stunde vor hohes Wasser, ebbt es bereits wieder vor Blexen und sogar im Fahrwasser, wenn es noch vor Gestendorf fluthet. Diese Circulation des Ebbe- und Fluthstromes hängt ohne Zweifel ab: nicht nur von der Richtung der Fluth, womit sie aus der Norderweser, als dem jetzigen Fahrwasser, aufkömmt; sondern auch von der Luhne-Platte, welche den Fluthstrom retardirt, indem sie für dessen Eintreten ein Hindernifs ist. Auf diese Weise gewinnt dann der Flufsstrom eine solche Ueberwucht über den Fluthstrom, dafs er fähig wird, einen Widerstrom hervorzubringen. Diese grofsen Widerströme, in den Seemündungen, kann man auch deutlich im Maarsdiep wahrnehmen. Die Nachebben ziehen noch 1½ Stunden durch das Nieuwegat (Tab. 45 und 47) wenn die Vorfluth noch in das Landsdiep und Schulpengat einströmt, weil diese die Fluth, von Südwesten kommend, einschlürfen, durch jenes aber das Wasser mit dem Zuge der Fluth ausfliefst*); das Schulpengat und Landsdiep möchte ich also die Fluth-Stromrinnen und das Nieuwegat die Ebbe-Stromrinne nennen. Diese verschiedenen Stromrichtungen müssen sonach eine Retardation im Maarsdiep — vorzüglich da wo der Norder- und Süderhaxs liegen — hervorbringen; defswegen ist auch eher deren Zu- als Abnahme zu erwarten. Für die südwestliche Küste des Eilandes Texel ist diese zwiefache Strömung auch vortheilhaft: da die Nachebben der Mündung des Maarsdieps, die durch das Nieuwegat abfliefsen, den Anfall der durch das Landsdiep einziehenden Fluth auf diese Insel schwächen; daher ist denn diese Circulation der Ströme auch selbst für die Heldersche Küste vortheilhaft. Und noch vortheilhafter würde sie dafür seyn, wenn sie nicht zugleich einen Widerstrom längs derselben hervorbrächte, den ich selbst wahrgenommen habe. Eben so retardiren hier auch die verschiedenen Platten den vollen Fluthstrom, indem sie dessen Volumen schwächen. Sie selbst zeugen aber auch von einem schwachen Fluthstrome.

Beginnt nun die Ebbe aus dem Maarsdiep hinaus zu strömen, so schlürft doch das Nordergat den Ebbestrom der Nordersee ein, und so laufen dann in dieser Strom-

(*) Verhandelingen door de Holl. M. der W. XXIII. D. p. 13.

rinne die Wassermassen gegen einander. Da nun das Meer stärker auf dieses Gat wirkt, als die Masse des ebbenden Maarsdieps: so läuft das Wasser aus der See hinein, wenn es aus dem Schulpengat und Landsdiep bereits $1\frac{1}{2}$ Stunde ausgelaufen ist; daher ist denn die Vorebbe vorzüglich der westlichen und die volle Fluth der nördlichen Seite von der helderschen Küste gefährlich. Der Angriff auf sie wird noch gar sehr von der Platte *E*, genannt de Laan, und von der Horsplatte verstärkt, indem sie die Tiefen vor dem Helder vergröfsern; ja, diese Tiefe ist auf eine sehr beunruhigende Weise dem Ufer immer näher gekommen.

Solche Widerströme beschleunigen die Versandungen der untern Flüsse gar sehr. Ohne einen weitläuftigen Beweis zu führen ist es ja wohl klar, dafs, indem sie des Fluthstromes Geschwindigkeit retardiren — sie auch das Vermögen des Ebbe- und Fluthstromes, wodurch das Bett rein erhalten werden kann, schwächen müssen. Von der Erfahrung wird dieser Satz auch aufs unumstöfslichste, bey dem Rivier Haringvliet (Tab. 40 und 46) erwiesen, wo nähmlich die Mittelplatte und der Hinder von den grofsen Widerströmen erzeugt sind, und wo auch diese Platten, selbst wieder diese Doppelströme verstärken. Auch in der Wesermündung wird der beschriebene Widerstrom, vereinigt mit dem schlechten Zustande des Weserbettes oberhalb Blexen, die Versandung der Mündung gar sehr befördern, indem der Fluthstrom, also das Vermögen des Stromes, geschwächt ist.

§. 105. Hieraus sehen wir demnach: dafs die Gefahren, welche dem vollendeten Deiche drohen, bey Ebbe- und Fluthströmen, äufserst selten in Grundbrüchen des Ufers, sondern mehr in Uferabschälungen bestehen müssen, weil ihre Geschwindigkeit am Boden, wegen des geringen Abhanges, den sie ihrer Natur nach, weil der Ebbe- und Fluthstrom auf den Boden wenig wirkt, haben müssen — nicht beträchtlich seyn kann. Es ist also eben so wohl der Wellenschlag, welcher den vollendeten Deich bedrohet als der Strom, und daher wird es nöthig, mit dessen Wirkungen sich bekannt zu machen.

§. 106. Die Erhöhung des Bettes der Flufsmündungen und Meerbusen, in denen die Fluth einströmt, ist für den Fluss - Seeufer - und Hafenbau äusserst nachtheilig. So können defswegen gegenwärtig die Kriegsschiffe nicht mehr wie im XVII. Jahrhundert in die Maasmündung (Tab. 40.) einlaufen, und dieser ihre hohe Lage ist eine mitwirkende Ursache der die Flufsgegenden betreffenden Ueberschwemmungen. Wiewohl ich bereits im 79. §. von der Entstehung desjenigen feinen Bodensatzes, der diese Erhöhung der untern Flüsse bildet, einiges anführte, so wird es doch hier der Ort seyn, mich darüber näher zu verbreiten.

In sofern das Bett der Flufsmündungen, in der Nähe des Meeres, sich erhöhet, läfst sich der Schlick, das ist der feine und fette Bodensatz, nicht als ein von dem Bette getrenntes, von der Fluth stromwärts geführtes und in Watten abgesetztes Material ansehen; auch enthält er in

des Meeres Nähe salztheile *). 2) Da der an des Flusses saum liegende schlick, in dem Theil des Flusses, worinnen die Fluth aufrollt, fetter ist als in dem obern, wo das Bett aus derselben Materie als in jenem besteht, wie z. B. in der alten Maas und Meerwede, Tab. 40. so mufs entweder zu dem schlick eine Beymischung einer fettern Erd- oder Tonart kommen, oder das seewasser müfste von seinen salzen absetzen und den schlick dadurch verbessern. Besteht nicht das Material der Yssel, in der die Fluth aufrollt, aus vorzüglichst fettem Klay oder schlick? 3) Das wasser der Nordsee auf dem strande keinen schlick absetzend, selbst bey stürmen nicht, kann auch keinen in die Flüsse und Seemündungen bringen, *wenn nicht dessen Mischung mit süfsem von Thon und andern stoffen geschwängerten wasser dessen Absonderung bewirkte.* 4) Weil einige Beobachtungen es zeigen: 'dafs im Elbewasser während der Vorfluth eine gröfsere Quantität schlicktheile enthalten ist, als während der Ebbe, wo doch frisches Flufswasser abfliefst (Tetens Briefe seite 45), so darf man billig fragen: wie diese gröfsere Quantität entstehe? 5) In einigen Meerbusen, wie im Südersee und Y, ist die Masse des Niederschlages beträglich und das volumen des einfliefsenden schlickes geringe, denn wie viel schlick kann die Amstel, die Vecht, die Yssel, ein paar andere kleine Flüfschen und die innern Busen geben? Auch habe ich an den watten und Marschen, von denen die mehresten weit von den Flufsmündungen ab, entstehen, bemerkt: dafs zu ihnen das aus den Flüssen gekommene Material nicht mit beytragen konnte, wie z. B. die watten und Aussendeichslande zwischen der Insel Ameland und dem friesländischen Gestade, wo dieses stark anlandet. Das Flufswasser ist aber daselbst noch mit dem seewasser gemischt, gleichwie in der Jahde noch das aus see- und weserwasser gemischte wasser und das Jahde Flüfschen, eintritt; auch bringen die auswässernden schleussen in diesen Meerbusen süsses wasser. 6) Ferner habe ich mir die Aufschlickung, längs dem Lopende-Diep und am Gestade der Nordsee bey Gröningen, nicht allein aus dem Niederschlage des süssen wassers erklären können, denn die auswässernden schleussen: das Esumer zyl, das Dokkumer zyl, das Munneke zyl, das Kommer zyl und Nieuwediep können so viel schlick nicht ausführen als da aufgehäuft ist, wie viele Marschen sind da nicht binnen einem Jahrhundert eingedeicht worden? Die letztere Marsch ist der Ruige, deren Eindeichung 1796 von einem thätigen Landmann vorgenommen wurde.

Diese Grundsätze, welche die Natur bestätigt, ergeben, wie gesagt, Folgendes: *das trübe Flufs- und Binnenwasser entbindet aus dem Meerwasser die erdichten, kalkartigen Theile, wenn es sich innig damit vermischt,* durch welche Mischung auch die in dem süssen und gemischten wasser schwimmenden stoffe zum Niederschlagen befördert werden. Dieser satz wird von den versuchen Lavoisier's, nach

(*) Berkhey, in seiner Natuurlyke Historie van Holland, sagt im 2. T.: p. 341 „Der salzklay (schlick) ist blau von Farbe; ein Pf. enthält 6 Drach- salz."

denen das süsse wasser aus sauerstoff und wasserstoff besteht (*) unterstützt. Der sauerstoff wird also aus den aus Kochsalz, erdichten Theilen, salzgesäuerten Bittersalz und Kalkerde bestehenden Meerwasser die erdichten, kalchartigen und salzigen Theile (**) entbinden. So dachte ich und communicirte meine Idee im Jahr 1798 dem Herrn Assessor Ehrhard in Darmstadt, als einem sehr gelehrten Chemiker der Theorie und Ausübung verbindet. Er hatte die Güte, mir darüber Folgendes zu schreiben. „Ich habe in sehr vielen chemischen und physikalischen schriften über diesen Gegenstand nicht die mindeste untersuchung gefunden, ich glaube daher, daſs während der vermischung des süssen mit vielem Thonschlamm gemengten Fluſswassers mit dem saturirten gesalzenen Seewasser die in diesem aufgelösten erdigten Theile: als die mit salzsäure gesättigte Bittererde, die mit derselben säure gesättigte Kalk- und Thonerde dadurch nicht mehr fähig sind, sich aufgelöst zu erhalten und also während der Fluth als schlick in die gesammte wassermasse sich mischen." Also scheint das hier und im 79. §. über die Entstehung des sclicks vorgetragene auch chemisch erwiesen zu seyn.

Ich glaube indessen diese Materie am beſsten damit beschlieſsen zu können, daſs ich aus Herrn Freese's schrift: *Ostfries- und Harlingerland* S. 349 folgende stelle entlehne, die dies system durch örtliche Beobachtungen bestätigt. „Der aus lauter vegetabilien entstandene Morast; sagt der V., ist durch die vermischung mit dem seewasser einer groſsen veränderung fähig, und selbst die vermischung des mit Torferdetheilchen angefüllten Moorwassers mit seewasser läſst einen dem Klay ähnlichen schlick oder sediment zurück. Um hierüber zur nähern Ueberzeugung zu gelangen, habe ich selbst den versuch angestellet, den ein jeder leicht machen kann, und die Bestätigung dieser Meynung erhalten. Durch einen schiffer erhielt ich hoch aus der Nordsee eine Bouteille voll seewasser. Mit diesem und aus den Morästen gesammelten Moorwasser nahm ich zur Hälfte die vermischung in einem Glase vor, lieſs solches; wohl zugebunden, etliche Tage stehen, goſs hierauf das wasser rein ab, und behielt einen marschartigen weissen fetten Bodensatz, der völlig den Geruch der Klayerde, besonders derjenigen, welche aus den schlöten, (kl. Gräben) wasserleitungen oder Gräben geworfen wird, an sich hatte, und in wasser zerrieben, demselben eine trübe weisse Farbe mittheilte. Wenn die Anwächse ihr Daseyn und Entstehen blos aus der see hätten, so müſsten sie auch zunächst bey den an der see belegenen Inseln anfangen, und nicht an das weit entlegenere feste Land sich anschlieſsen. Die Inseln, und die darum befindlichen Gegenden aber bleiben, was sie von jeher gewesen,

(*) Lavoisier's system der antiphlogistischen Chemie aus dem Französischen übersetzt von Hermbstädt B. I. S. 120.

(**) Das süsse wasser löst sogar die metallischen Kalke und die metallischen säuren auf, desto mehr sauerstoff sie in sich halten; ist ja auch die Kieselerde, nach Bergmanns versuchen, im siedenden wasser auflösbar.

schroffe höchst dürre Sandhügel und Sandplatten, die gar nicht in fruchtbare Felder umgeschaffen werden, deren Conservation vielmehr, wie ich vorhin bey den Inseln gezeiget habe, jährlich mit vieler Mühe und Kosten verknüpft ist. Es muſs also etwas anders da seyn, welches zwischen dem festen Lande und der See den Schlamm bearbeitet, und diesen gleichsam zwingt, sich landwärts anzusetzen und den Marschboden zu bilden.„

„Der, in den Inbusen einer Insel, sich hie oder da obwohl nur kärglich ansetzende Anwachs, betsätiget jene Hypothese. Beyde Gewässer finden daselbst Ruhe und Stillstand, und der Schlick kann sich da so, wie auf den Watten am festen Lande, senken, folglich einen Marschboden hervorbringen, wozu oft das innere Terrain nicht wenig beyträgt. So trift man z. B. auf der Insel Borkum eine röthlich feine fette Erde an, die man füglich mit der Umbererde vergleichen kann, welche daselbst dem Anwachs nicht wenig zu statten kömmt. Von der feinen Beschaffenheit, als die Anwächse am festen Lande, ist er aber nicht, sondern es scheint, daſs die Natur daselbst nur die Ueberreste der Marschtheile niederläſst, welche durch die Ebbe und Fluth vom festen Lande zurückkehren. Dieſs läſst sich auch daraus abnehmen, daſs, wenn bey hohen Fluthen die grünen Lande auf den Inseln überströmet werden, die übergetretene See nicht den geringsten Schlamm auf denselben zurückläſst, wie solches am festen Lande jedesmahl geschieht, weil zwischen diesem und der See sich die Theile, welche den Marschboden hervorbringen, hauptsächlich befinden. Daher ist denn auch der in den Inbusen einer Insel sich angesetzte Anwachs nur sehr schwach mit Marscherde, und höchstens zu ½ bis 1 Fuſs bedeckt. Man hat zwar vorhin wohl behaupten wollen, daſs die See Marsche und Moräste schaffe, und es fehlt auch noch jetzt nicht an Leuten, die solches blindlings annehmen. Allein solcher Meynung beyzutreten, kann nur von einem starkgläubigen geschehen. Die ewige Weisheit wies der Natur ihre Gesetze an, nach welchen sie sich in ihren Wirkungen jezt, so wie seit Jahrtausenden gleich bleibt. Aufmerksame Beobachter auf den Gang der Natur sind durch die traurigen Wasserfluthen belehret, welche Wirkung die See hervorgebracht, sobald sie mit den Morästen zusammen getreten. Man hat zur Zeit der Wasserfluth im Jahre 1717 gefunden, daſs, so weit die Moräste durch Seewasser erreicht worden, die Heide ausgestorben, und einige Jahre lang, statt derselben, weisser Klee darauf gewachsen, (*) woraus also auf *die* Ursache zu schlieſsen ist, daſs sobald Moor und Seewasser, mit seinen Erdetheilchen und Schlamm vermischt, zusammentreten, die Natur daraus einen feinern und edlern Körper bilden, und unsere schönen Marschen hervorbringen muſs. Auch in der Ems und der Leda bemerken wir, so weit das Salz- oder Seewasser reicht, und mit dem innern mit vielen Torf- oder Moorerdetheilchen geschwängerten Wasser sich verbindet, daſs der feine Marschschlamm auf dem Boden des Fluſsbettes niederschlägt, und sich sehr anhäufet.„

(*) Leipziger Sammlungen 3: B, 1746, S, 669, Wöchentl, ostfr, Anzeigen vom J. 1748, S. 177.

§. 107. Dieses Kapitel sey nun mit einer Betrachtung über die Wirkungsart der Wellen beschlossen. Die Bewegung der Wellen, wenn man sie mit einiger Aufmerksamkeit betrachtet, geht nicht mit einer fortschreitenden Geschwindigkeit vor, nähmlich da wo sie eine freye ungestörte Ausdehnung haben, d. i. wo sie sich bis zu derjenigen Tiefe fortbewegen können, in welcher sie, nach Maasgabe der Kraft des Windes und der Impulsion, die die Meereswogen wechselseitig ertheilen und erhalten, wirken, und wo nicht Ebbe und Fluth ist*). Die Bewegung der Wellen ist sonach illusorisch, und sie verändern nur ihre Stelle, ohne mit einer Geschwindigkeit selbst fortzuschreiten; sie behalten ihre Schwingungen so lange, bis sie auf eine Fläche anrollen, welche vermöge der Cohäsion des Wassers und des Widerstands der Fläche, welchen sie darbietet, diese Schwingungen unterbricht. Kurz die Erhebungslinie einer Welle ist eine Isochrone und die Wellen osciliren demnach in den Bogen einer Cycloide. Von einer schrägen Fläche kann sonach die Welle allmählig gebrochen werden, aber nicht von einer verticalen Wand, denn diese zerschneidet sie in einem Momente. Daher erhebt sie ihren Gipfel gegen eine solche Wand und öfters werden die Wellen doppelt so hoch als der verticale Gegenstand ist, vertical gehoben. Diefs ist z. B. der Fall bey der Anbrandung an dem Leuchtthurm auf dem Edystone Felsen Tab. 52. Wenn eine Welle auf einen sanft ablaufenden Strand aufrollt, so trachtet sie, indem sie sich niedersenkt, eine andere Welle zu bilden, und in Hinsicht der Isochrone und ihrer Oscilation mufs diejenige Geschwindigkeit, womit die eine Welle steigt, derjenigen Geschwindigkeit womit die andere Welle fällt, gleich seyn. Aber die Schräge des Strandes macht, dafs die Welle gehemmt wird ehe sie ihre Oscilation beendigt hat. Die Isochrone ist sonach abgekürzt und die Welle stürzt in sich selbst zusammen, ohne die Schwingung zu gleicher Höhe fortzusetzen. In dem Fall, wenn die Wellen auf schräge Flächen auflaufen, haben sie daher eine Geschwindigkeit, oder eine fortschreitende Bewegung, mittelst welcher sie Körper, — z. B. Strandkiesel, oder Sand — aufrollen. Ist aber eine hinreichende Wassertiefe vorhanden, so dafs die Wellen bis auf den Boden nicht herabgehen, dann bleiben die Körper auf dem Boden liegen und die Schwingung der Wellen geht ungestört vor sich. Wir wollen nun noch die Welle so betrachten, wenn sie auf das Ufer anrollt. Indem sie sich so viel senkt, wie sie sich erhebt, so werden alle Wellen, wenn das Meer fluthet, eine die andere durchschneiden und je höher das Meer gestiegen ist, desto mehr werden die Wellen die Abnahme des Strandes zu bewirken trachten, und zwar nach einer Cycloide. Diese Abnahme kann aber nur erfolgen, wenn die Welle oder ihre Schwingung eine hinreichende Stärke hat, um das Ufer abzuflächen. Dies hängt also von der Tenacität, welche die Materialien untereinander haben, ab. Die Meeres-Wellen würden sonach ohne Zweifel ein concaves Ufer formiren, wenn nicht die Schwere der Materialien und ihre Tenacität oder Adhärenz eine Convexität bewirkte. Daher sind auch die Kiesel,

(*) Montanari und Brunings nehmen die Bewegung der Seewogen bis auf eine Tiefe von 20 bis 25 Fufs an.

welche die Küste der Normandie bilden, nach einer convexen Oberfläche gelagert. Indem sie nähmlich von den Wellen heraufgerollt werden, fallen sie vermöge ihrer Schwere wieder abwärts. Es ist bey den geringsten Brandungen ein fortdaurendes Rollen dieser Kiesel, die etwa 3 bis 6 Zoll im Durchmesser haben, bis sie bey einer Meeresstille in einer convexen Böschung, die sich zur Höhe, nach vielen Beobachtungen, von den franz. Ingenieurs angestellt, wie 7 : 1 verhält(*), liegen bleiben. Diefs Verhältnifs findet zwischen der Ebbe- und Fluthlinie statt; unter der Ebbe verhält sich die Böschung längs der Küste der Normandie, an einigen Stellen, wo das Ufer von den nordwestlichen Seestürmen angegriffen wird, wie 30 : 1. Je leichter aber die Stoffen sind, und je weniger Tenacität sie unter einander haben, desto mehr nähert sich die Abflächung des Seeufers der geraden Linie. So ist der sandigte Strand bey Calais, Dünkirchen, Blankenberg, und an der holländischen Küste, nach meiner örtlichen Untersuchung, geradelinigt ablaufend und dessen Böschung verhält sich zur Höhe, beyläufig, wie 90 : 1. Hieraus folgt nun: dafs eine sanft abgehende Oberfläche eines Bauwerkes eine gröfsere Sicherheit als eine steilere gewährt. Dafs sich aber die Böschung eines aus Kieseln bestehenden Seeufer-Revettements, zur Höhe wie 7 : 1; aus grofsen Steinen wie 3 : 1 verhalten müsse: diese Bestimmung gründet sich auf Beobachtungen, die ich in Holland bey Steindossirungen anstellte.

(*) Wo die Seebrandungen und Sturmfluthen das Ufer nicht aufs heftigste angreifen, habe ich die Kieselböschung in der Normandie, (z. B. bey Dieppe) wie 3 : 1, ja an einigen Stellen nur wie 2 : 1 gefunden.

ZWEYTES KAPITEL
DER THEORETISCHEN FLUSSBAUKUNDE.

Die Hydrometrie, das ist die Lehre von den Messungen und Beobachtungen, welche beym Flussbau nothwendig sind.

Wer die im vorigen Kapitel aufgestellten Ursachen, welche die Bewegung der Gewässer hervorbringen, beschleunigen oder verzögern, mit einiger Aufmerksamkeit betrachtet, dem wird die Ueberzeugung entstehen: daſs den zur unschädlichen Leitung der Flüsse abzweckenden Vorschlägen, solche Messungen, Beobachtungen und Nachforschungen vorangehen müssen, die — bestimmte Aufschlüsse, über die Lage und Richtung der Fluſsbahn und der Fluſsrinne, so wie von der Neigung der Oberfläche des Stromes und von dem Abhange des Bettes und den Geschwindigkeiten oder dem Vermögen des Stromes, geben; die den Stand der Hochgewässer und Eismassen, so wie die, von den bestehenden Bauwerken geleisteten Effecte, darstellen. Da wo man sie verabsäumt, kann der Fluſsbau nicht mit glücklichem Erfolge betrieben werden, weil die Data, worauf nur allein der Ingenieur seine Vorschläge gründen kann, fehlen. Es sind also örtliche und geschichtliche Untersuchungen, die dem der Ausführung würdigen Entwurfe vorangehen müssen. Worin diese bestehen, und wie sie bewerkstelligt werden — dieſs will ich jetzt zeigen.

§. 108. Die erste Local-Untersuchung besteht in der Aufnahme einer genauen *Fluſs-* oder *hydrotechnischen — Karte.* Die geometrische Aufnahme der Fluſskarte muſs nicht nur die Fluſsbahn, sondern auch diejenigen Gegenden, welche von denen die Ufer übersteigenden Hochgewässern überströmt werden, oder die des Deichbaues und der Auswässerung wegen wichtig sind, darstellen. Der dazu zu wählende Maaſsstab muſs so groſs seyn, daſs alles, was auf der Karte verzeichnet ist, deutlich erkannt werden möge; und da mehrere zu diesem Werke gehörige Fluſskarten nach einem Maaſsstabe aufgenommen sind, von dem 24 Schuh 5 Zoll 4 Linien pariser Maaſs, einen Grad des Aequators bezeichnen: so schlage ich diese Gröſse zum Maaſsstabe der General - Fluſskarte vor. Wichtige Fluſsbezirke, worin bereits Bauwerke angelegt sind oder mit denen eine Verbesserung vorgenommen werden soll, müssen nach einem zwey-, drey-, bis vierfach gröſsern Maaſsstabe aufgenommen werden, je nachdem der Ingenieur einer speziellen Kenntniſs derselben benöthigt ist. In der Fluſskarte ist zu verzeichnen 1) die Begränzungslinien der Fluſsbahn oder der Fluſsmasse § 11. Es ist nähmlich bekannt: daſs sich der hohe Strom in Serpentinen über die convexen

oder flach ablaufenden Ufer, nach Maſsgabe seines Wasserstandes, ausbreitet; und daſs die Begränzungslinien des Stromes beym niedrigen Wasserstande näher zusammen rücken. Daher müssen denn auf der Karte die Strombahnen nach einer einmahl angenommenen Wasserhöhe *(Normal-Wasserhöhe)* begrenzt werden: denn ohne diese Bestimmung kann man nicht zu einer genauen Kenntniſs von dem jeweiligen Zustande des Stromes gelangen. Da wo die verschiedenen Wasserstände keine merkliche Abänderungen in der Breite machen, ist ohnedem in dieser Rücksicht begreiflich jeder Wasserstand gleichgültig; er kömmt also nur da in Betracht, wo flach ablaufende Ufer sind. Indeſs auch hier ist er nicht immer gleich wichtig. Aber erklärt muſs ein solcher Wasserstand, bey dem die Gränzen der Fluſsbahn gezogen sind, werden: so wie dieſs auf Tab. 7., worauf Cöln liegt, geschehen ist.

Bey einem Schart- oder abbrüchigen Ufer fällt die Bestimmung der Begränzungs-Linien weg, weil es während jedem hohen Wasser einstürzen und also eine andere Gestalt annehmen kann. Es muſs also dessen steile Abdachung und die Krümme durch Striche angedeutet werden, wie dieſs Tab. 3. Fig. 1. bey der Erfelder Weide vom D bis E geschehen ist. Längs den hohen Ufern, die ein beträchtliches Vorufer, oder einen sanft abhängenden Fuſs haben, werden die Begränzungslinien, in Hinsicht des angenommenen Wasserstandes, dadurch angedeutet, daſs sie mit einem Striche gezogen werden. So ist z. B. (Tab. 3.) die rechtseitige Gränze der Strombahn vor Stockstadt, von der Modau Bach-Mündung an bis zum steinern Werke No. 1., auf 7 Schuh Erfelder Pegelhöhe gezogen. Düsseldorf gegenüber (Tab. 1.) ist sie zu 4 Schuh 10 Zoll Düsseldorfer Pegelhöhe gezeichnet worden u. s. w. In Zeichnungen wird die Bahn bis zu diesen Linien illuminirt; im Kupferstiche kann alsdann die so begrenzte Fluſsbahn mit schlängelnden Strichen ausgefüllt werden, wie dieſs auf Tab. 5. bis 14. geschehen ist. Kurz alle flach abgehenden Kiesbänke und Inseln, die über diesem angenommenen Normal-Wasserstande hervorragen, werden da mit Contouren begrenzt, wo dieser Wasserstand streicht, welches am deutlichsten auf Tab. 13. in der Gegend von Emmrich und bey Düsseldorf Tab. 1. wahrgenommen werden kann.

Wenn der Fluſs über den Normal-Wasserstand gestiegen ist, und die Aufnahme bey einem höheren Stande bewerkstelliget werden soll, so werden die Begrenzungs-Linien vermittelst einer Tiefenmessung, und wenn er unter dem Normal-Wasserstande ist, vermittelst des Nivellements bestimmt werden müssen, nämlich von denjenigen Fluſsbezirken, die so wichtig sind, daſs die Höhen der flachen Ufer und der Kiesbänke auf die Wasserbauten wesentlichen Einfluſs haben; welcher Fall z. B. bey solchem Fluſsbezirken, wie die Erfelder Serpentine (Tab. 3.) ist, eintritt, wo die dem Schartufer gegenüber liegenden Kiesbänke, die vorzügliche Ursache des Abbruches sind. Da diese Ausmittelung durch ein Nivellement, oder vermittelst der Tiefenmessung, mit einiger Schwierigkeit verknüpft ist; so ist es rathsam, die geometrische Aufnahme der Fluſsbahnen, bey der Normal-Wasserhöhe, wozu ich denjenigen Wasser-

stand vorschlage, bey welchen auf oder vor den ufern des Flusses das weidenholz bereits wächst, der über die untiefen oder flachen Kies - und sandbänke tritt, und sich dem mittlern wasserstande des Eisfreyen stromes ziemlich nähert §. 23., vorzunehmen, und so viel als möglich zu beschleunigen, um sie, zur zeit, wo der strom in dieser Höhe steht, zu vollenden. Wenn der Ingenieur, bey, mit Holz und Buschwerk bewachsenen ufern, zur geometrischen Aufnahme des Flusses die niedrigsten wasserstände, und selbst die zeit, wenn der Flufs zugefroren ist, wählen mufs, so sollte er sich doch längs den flach abgehenden ufern so viele feste Puncte ausstecken, um in die Karte die Begrenzungslinien des stromes (bey der Normal - wasserhöhe) eintragen zu können.

Was übrigens bey einer Flufs - Aufnahme, und also zunächst zur Bestimmung der Flufsbahn in geodätischer Hinsicht zu befolgen ist, sollte ich billig bey einem jeden nicht alltäglichen Geschäftsmanne, und vorzüglich bey denjenigen, die sich der wasserbaukunde widmen wollen, voraussetzen; diesen letzten empfehle ich indessen zum ueberflusse des Professor schmidts Mathematik und Mayers praktische Geometrie, im Fall diese schriften ihnen noch nicht bekannt seyn sollten.

2) Auf einer jeglichen Flufskarte ist ferner zu verzeichnen: Alle *Kies - und sandbänke nach ihrer Figur*, und zwar bey dem niedrigsten wasserstande des stromes. Mufs die Aufnahme aber, wegen dringender Arbeit, bey einem etwas hohen wasser vorgenommen werden, so läfst sich freylich die Gröfse der sandbänke nicht anders, als aus einer sehr detaillirten Tiefenmessung bestimmen. Man nimmt alsdann, wie gesagt, einen festen wasserstand an, bis zu welchem die untiefen und sandbänke auspunctirt werden. So begränzt z. B. in Tab. 3. oberhalb stockstadt die Linie K I L die grofse sandbank zu zehn zoll Erfelder Pegelhöhe, zu welcher Höhe auch die Bank vor dem Kiesel - wehrt, vor dem Kieselhübel, und vor dem grofsen Kuhkopfe punctirt ist. Ferner sind in einigen Karten dieses werkes die Kiesbänke bis zum niedrigsten wasserstande durch Puncte angedeutet; so sind sie auf Tab. 5. bis 14, bis zu 4 schuh über dem niedrigsten stande auspunctirt. Endlich wird wohl ein jeder, ohne eine weitläufige Anweisung zu erhalten, beurtheilen können, bis zu welcher wasserhöhe die sandbänke in den mehresten stromkarten, die in diesem Bande vorkommen, angedeutet sind, und zwar aus den darin stehenden zahlen, welche die Tiefen in rheinländischen schuhen, in Hinsicht eines festen wasserstandes, ausdrücken.

Sind nun in der Karte die Grenzen der Flufsbahn, und die hohen stellen des Bettes nach einem angenommenen wasserstande bestimmt worden, so läfst sich immer mit Hülfe der Karte jede zu - oder Abnahme der convexen ufer, der sandbänke, so wie jede veränderung, welche mit der Breite des Flusses vorgegangen ist, auffinden. Soll diefs alles aufs genaueste in Erfahrung gebracht werden, welches bey jedem wichtigen Flufsbezirke nöthig ist, so werden auf den ufern feste Puncte dergestalt gewählt, dafs, wenn von einem nach dem andern eine Gesichtslinie gezogen wird, diese die

bestimmte Begrenzungslinie der Flufsbahn, der Sandbänke, oder auch der Ufer, deren Zu- oder Abnahme in der Zukunft in Erfahrung gebracht werden soll, schneidet. So ist z. B. auf der III. Tafel der obere in den Strom hineingehende Bug der Kieselwehrter Sandbank, durch das Zusammentreffen der Linien A′ C′ und B′ C′ in C′ bestimmt, A′ und B′ sind aber die festen Puncte. Da nun in dem Punct C′ die Sandbank auf 10 Zoll Pegelhöhe liegt, so kann in der Zukunft (vermittelst des Absteckens der Winkel A′ B′ C′ und B′ A′ C′ leicht ausgemittelt werden, ob die Bank in C′ zu- oder abgenommen habe. Es kann ferner zu jeder Zeit durch eine ähnliche Untersuchung angegeben werden, ob die grofse Sandbank unterhalb Stockstadt an Ausdehnung gewonnen, oder verloren habe. Und zwar, wenn in N der Winkel Q N M (Q ist nämlich das obere Ende des grofsen herrschaftlichen Gebäudes und M die äufserste Spitze der besagten Bank) ausgesteckt wird; wo alsdann nothwendig die Linie N M die Frage auflöfsen mufs. Zugleich wird man alsdann mit Hülfe der Karte die Stelle M auffinden können. Sonach wird sich ergeben, in wie weit die Bank M, welche jetzt — 1, (das ist, einen Fufs über dem niedrigsten Wasserstande) liegt, erhöht oder abgeflächt worden sey. In so fern diese und ähnliche Untersuchungen, bey solchen Flufsbezirken, wo ein kostbarer Uferbau, oder auch Schöpfwerke, dem Ufer Schutz, und dem Strome einen regelmäfsigen, und so viel als möglich, unschädlichen Lauf geben sollen, wo selbst die Wirkung der Anlagen nie sorgfältig genug untersucht werden kann, nöthig sind, da sollten billig, längs den Ufern solche feste Puncte abgesteckt seyn, wenn keine natürliche, als Bäume, u. s., zu finden sind. Hier an der Erfelder Krümme sind dazu die Punkte N Q A′ B′ W Y so wie die Kirchen in Stockstadt und Erfelden gewählt, und die Gesichtslinien nach ihnen gezogen worden. Aus einer solchen wichtigen Untersuchung ist bey dieser Serpentine, seit dem May 1797 bis Sept. des nämlichen Iahres, bemerkt worden, dafs da, wo dem Schwarzbache gegenüber, in dem Raume *a* D C B und C G F, noch keine Sandbank existirte, sich bis zum letztern Monathe bereits eine solche zu 4 Fufs Pegelhöhe angesetzt hatte.

3) Auf einer hydrotechnischen Karte mufs ferner angegeben werden: *die Höhe der Deiche, und die Höhe von den bisher bekannten Ueberschwemmungen*, wie weit diese letztern, sich landeinwärts ausdehnten, in Rücksicht eines bestimmten Wasserstandes. Ferner ist darauf anzugeben: die *Krone der Deiche, ihrer Abdachungen*, sowohl an der innern, als auch an der äufsern Seite; kurz ihre verschiedenen Profile, welche sie an den gefährlichsten Stellen haben, sind in abgesonderten Figuren genau zu zeichnen.

4) In der hydrotechnischen, der Flufskarte beyzufügenden Darstellung, des Locals, mufs beschrieben werden:

a. *Die Erdart, woraus die Ueberschwemmungsgegenden, die Ufer, Deiche und Inseln bestehen, und wie hoch sie über den niedrigsten Wasserstand liegen.*

b. Wo sich gute *Deich - Erde* in der Nähe des Deiches befindet. Wem die Grundstücke gehören, woraus sie genommen werden kann. c. Es muſs die *Anzahl derer auf der Karte bezeichneten Abzugs - schleusen* (Siele) darin angegeben werden; ihre Weiten, Höhen, von welchem Material sie erbaut sind; wie lange eine jede noch wohl ausdauern kann; ob sie in der Zukunft vergröſsert oder verkleinert werden müssen. Und um hierüber zu urtheilen, muſs man genau das Local und die Gröſse des Zuflusses kennen, den sie abführen sollen. d. Die *Höhen der Böden von den Entwässerungs - schleussen* müssen durch ein Nivellement, in Hinsicht eines angenommenen Wasserstandes, bestimmt werden, um zu beurtheilen; ob sie in Rücksicht der Lage der zu entwässernden Gegenden (deren Höhe ebenfalls nach diesem angenommenen Wasserstande auszumitteln ist) niedrig genug liegen; es muſs bemerkt werden, wie hoch der Fluſs steigen kann, um sie zu verschliessen. e. Der *Zustand der Deiche*, und ihre nothwendigen *Reparaturen* müssen darin beschrieben werden. f. *Wer die Deiche zu unterhalten hat*, u. d. gl. Zu dem Ende müssen aus den Acten Auszüge gemacht werden, um über das Oeconomische Aufschlüsse geben zu können.

g. Wenn in der Karte der Zug der Eisgänge und Ueberschwemmungen, und wie weit sie sich ausdehnen, angegeben ist: so muſs, gleich in dem hydrotechnischen Journale nach einer Ueberschwemmung, aufgezeichnet werden, *wie lange diese oder jene Gegenden unter Wasser gestanden haben*; welchen Einfluſs das hohe Wasser auf die Erndte gehabt hat, und wie hoch die Anschlickung gewesen sey, u. s. w. h. Um noch mit geringern Kosten, als durch das Nivelliren, die Höhen der Binnen - Deichs liegenden niedrigen Ländereyen, nach erfolgten Deichbrüchen, zu erfahren, müssen *die höchsten Wasserhöhen an Bäumen, Häusern, Brücken, Deichen u. s. w.* bezeichnet werden, da denn diese Anzeichnungen die Lage der Binnen - Lande unmittelbar geben. Hieraus folgt also auch, daſs eine hydrotechnische Karte über die ganze Gegend, welche bey der Deichbrüchen überschwemmt werden kann; und die durch Schleussen entwässert oder trocken gemacht wird, ausgedehnt werden muſs.

§. 109. Aus dem bisher Gesagten erhellet die Nothwendigkeit, bey der Aufnahme eines Flusses, das Steigen und Fallen seiner Oberfläche genau kennen zu müssen, um darnach die Breite desselben, die Neigung des Stromes, dessen Geschwindigkeit und die Höhe der anzulegenden Fluſsbauwerke und Deiche bestimmen zu können. Die Mittel hierzu würden wohl einem jeden Ingenieur leicht einfallen. Da sie aber auch noch zu vielen andern Zwecken gleich nothwendig sind, wodurch bey ihrer Anordnung zu einem bequemern und nützlichern Gebrauche mehrere Reflexionen entstehen, so wird es nöthig seyn, sie hier näher zu erklären, und eine Beschreibung davon zu geben Also folgt hier:

§. 110. die Einrichtung der Wassermerkpfähle.

Wassermerkpfähle, oder Pegel, wie sie am Nieder-Rhein genannt werden (holländisch Peil), sind die in Schuhe und Zolle eingetheilte Pfähle oder Mauern, um das Steigen und Fallen der Oberfläche eines Flusses, zu jeder Zeit, ersehen zu können §. 25. Die ältesten Pegel sind unstreitig die Nilmesser (Nilometer, Mikeas) in Egypten. (*).

Ausser diesem so merkwürdigen Mikeas ist der Amsterdammer Pegel, oder Wassermerkpfahl, der älteste, von dem wir Nachrichten gefunden haben. Er steht an den Y Schleussen (Buiten - sluysen) zu Amsterdam (Tab. 52.), und ist, nach einem geschriebenen Memoire von 1790 (**), vielleicht so alt, als die Schleussen selbst, die im Iahre 1250 erbaut wurden. Dessen Nullpunct steht der ordinären Fluth gleich.

Nach diesem Pegel sind in Holland die Höhen der Binnen-Gewässer (Boezemwater), der Canäle, Deiche, Schleusenböden, der eingedeichten Lande, Seefluthen u. s. w. bestimmt.

In Nordholland (Tab. 43.) steht z. B. der Nullpunct des Sommer-Pegels 19¾ Zoll, und des Winter-Pegels 7¾ Zoll unter dem Null-Puncte des Amsterdammer Pegels, oder unter der ordinären Fluth. In den vier Noorder-Coggen mufsten aber die Sommer Pegel zu 6 Fufs 7 Zoll, und in den Oster-Coggen des Dregter Landes zu 7 Fufs 1 Zoll Alkmaarschen Mafses unter dem Null-Puncte des Amsterdammer Pegels gesetzt werden, wo alsdann die mittlern Ländereyen nur einen Fufs über dem Null-Puncte des Sommer-Pegels erhöht waren. Am Texel beym Helder (Tab. 47.) wurde vor ungefähr 67 Iahren ein Pegel, gleichfalls nach der täglichen Fluth, gesetzt.

Wie alt die Pegel am Rhein und in den holländischen Flüssen sind, habe ich so wenig durch mündliche, als schriftliche Nachrichten in Erfahrung bringen können. Wahrscheinlich aher ist es, dafs sie erst im vorigen Iahrhunderte errichtet sind; wenigstens scheinen i. I, 1696, als Passavant die Karte von dem Rheine und der Waal bey Schenkenschanz aufnahm, in dieser Gegend noch keine solche feste Merkpfähle gewesen zu seyn, indem er den Wasserstand dadurch bestimmt, dafs er auf der Karte angiebt, die Oberfläche des Rheins sey 30 Fufs 2 Zoll unter der obersten Kante der Leiste über dem Wappen Sr. Hoheit an dem Rheinthore der Schenkenschanz gewesen (***).

Die Pegel am Rheine und der Waal, so wie am Leck sind ursprünglich in Rücksicht der Schiffahrt angeordnet, damit nämlich die Schiffer, welche nach Cöln gehen wollen, schon bey Vianen, Arnheim und Nymegen eine ziemlich richtige Kenntnifs

(*) Herodot Eut. Sect. 13.

(**) Rapport over de voorziening van de waterstaat van Noord-Holland, von den vorzüglich im Seebau erfahrnen Männern L. den Bergen, Klaas de Kos; A. D. Smet, und Jan Schwitsen.

(***) Karte van de Rivieren ontrent Schenkenschans met de geconcipieerde doorsnyding over 't Spyk im April 1696 geformeert door O. Passavant.

von dem wasserstande bey cöln erhalten, und umgekehrt, diejenigen, welche von cöln flufsabwärts gehen wollten, von der höhe der waal und des untern rheines unterrichtet werden konnten. Für die schiffer, welche den rhein herauf fahren, war diese kenntnifs von dem cölner wasserstande, wegen der, bey dem dorfe hettdorf (tab. 7.), zwey stunden unter cöln, schräge durch den rhein gehenden kiesbank, oder des sogenannten casseler berges, dessen tiefste stelle X (tab. 7.) nur 2 fufs 6 zoll unter dem niedrigsten wasserstande liegt, vorzüglich wichtig. Um bey einem wasserstande von sieben bis neun fufs über den null-punct des cölner pegels (*), über diese stelle mit den schiffen zu passiren, müssen die schiffer in der richtung der punctirten linien X a X b (tab. 7.) fahren. Die erste richtung geht auf ein gebäude a in rheindorf, die andere auf einen grofsen baum b und auf das hauptgebäude der burg B.

Bey der wahl des orts, wo der merkpfahl gesetzt werden soll, hat man dahin zu sehen, dafs die beobachtungen der wasserhöhen an ihm, erstens durch die, vermittelst eines in der gegend befindlichen, den freyen ablauf des wassers störenden hindernisses, verursachte aufstauung, über, oder durch eine auf irgend eine art entstandene erniedriguug unter dem natürlichen wasserstande des flusses, nicht unrichtig werden. Die pfähle dürfen defswegen nicht wohl an brücken, und besonders nicht an den dicken steinernen brückenpfeilern, so wenig an dem vorkopfe, wo eine aufstauung, als unterhalb dem pfeiler oder brückenjoche, wo ein wasserpafswechsel statt hat, angebracht werden. Auch mufs der wellenschlag die beobachtungen nicht unsicher machen. Da wo in breiten flüssen derselbe öfters eintritt, wird man den pegel mit einer aus brettern bestehenden haube oder röhre, worin zum beobachten eine öffnung zu lassen ist, durch welche man das an dem pegel bezeichnete maafs erkennen kann, umgeben, oder an demselben eine frey bewegliche stange anbringen, die mit ihrem untern ende auf einer platte steht, welche der strom, je nachdem er steigt, aufhebt, und vermöge ihrer schwere auf denselben herabgleitet.

Da bey dem niedrigsten wasserstande des stromes sein hydraulischer beharrungsstand eintritt §. 40.; die wasserstände dabey also nicht abwechseln, so sollte man den nullpunct aller, längs einem flusse zu errichtenden pegel, diesem niedrigsten wasserstande gleich setzen, und sie von da ab, bis zum bekannten höchsten wasserstande in schuhe und zolle eintheilen. Bey flachen ufern wird man zwey oder drey pegel hintereinander setzen müssen. So kann der untere von 0 bis 4 fufs, der zweyte von 4 bis 12 schuh, und der dritte von 12 bis 25 schuh die wasserhöhen anzeigen. Bey den stromtheilungen, die in einem kurzen flufsbezirke aufeinander folgen, wie z. b. bey der byfluenz des pannerdenschen canals von der waal, und der yssel von dem niederrhein tab. 14., wird auch selbst der niedrigste wasserstand abwechseln, je nachdem

(*) Dieser Null-punct geht bis auf die tiefste Stelle des casseler berges hinab.

der eine oder andere Flufsast eine gröfsere oder geringere Wassermasse abführt, es sey denn, dafs man die Mündungen vermittelst Bauwerke vollkommen fixirt hätte. Hier können also die Wasserstände des niedrigsten Stromes nicht allemal an den so gesetzten Pegeln correspondiren. Indessen wird man doch aus den Beobachtungen, an denen einmal beym niedrigsten Wasserstande correspondirend gesetzten Pegeln, beurtheilen können, ob der eine oder andere Flufsast eine gröfsere oder geringere Wassermasse als ehemals abführt.

Kennt der Wasserbaukundige nun die Lage der Ufer und Deiche, so wie die Höhe der höchsten Stromanschwellungen gegen den Nullpunct der Pegel, so wird derselbe die bestmöglichste Höhe der Deiche angeben; und aus den Pegel-Rapports, in seinem Zimmer, beurtheilen können, welche Gegenden wasserfrey oder überschwemmt sind, und welcher Deichbezirk einer Ueberströmung ausgesetzt ist, daher durch interimistische Anstalten gesichert, und gleich, nachdem die Hochgewässer vorüber sind, über die höchsten Wasserstände erhöhet werden mufs.

Dadurch, dafs man sowohl an einem Hauptflusse, dem Recipienten, als in den Neben-Flüssen Pegel errichtete, würde in Erfahrung gebracht werden, wie viel dieser oder jener Neben-Flufs, bey dieser und jener Höhe, den Hauptflufs anschwellt, und wie weit sich die Anschwellung auf- und abwärts ausdehnt. Die Gouvernements würden sodann bald gewahr werden, dafs eine zweckmäfsige Einmündung der Nebenflüsse sehr grossen Einflufs auf die Dauer und Höhe der Anschwellungen dieser Nebenflüsse sowohl als des Hauptstromes hat, und dafs alle benachbarte Staaten, die durch Ueberschwemmungen leiden, welche durch die fehlerhafte Einmündung dieses oder jenes Nebenflusses entstehen, zur Correction einer solchen Einmündung gemeinschaftlich beytragen sollten. Die Beobachtungen, während der Eisgänge und Ueberschwemmungen und die daraus gezogenen Resultate, werden davon überzeugen, dafs die schädlichen Flufskrümmen, wie z. B. diejenigen bey Düsseldorf Tab. 1., bey Benrath Tab. 8., bey Erfelden Tab. 3., und die oberhalb Worms u. a. m., worinnen Eisstauungen erfolgen, die vorzüglichsten Ursachen der hohen und verderblichen Ueberschwemmungen sind. Solche Gouvernements, denen es Ernst mit dem Wohl des Staates ist, werden auf gemeinschaftliche hydrotechnische Untersuchungen dringen; sie werden die Vorschläge und Karten dem Drucke, und also der öffentlichen Prüfung übergeben; und endlich werden sie dann gemeinschaftlich (im Verhältnifs der Gröfse des Landes, welches überschwemmt wird) diejenigen Kosten tragen, welche die Durchstiche der Verderben bringenden Serpentinen erfordern. Eben so gemeinschaftlich möchten sie wohl zu Anlagen anderer Bauwerke beytragen, von denen sie Vortheile hätten. Wenn einige in Zukunft der Wasserbaukunde eine gröfsere Aufmerksamkeit widmen, als bisher geschehen ist; wenn sie diese und die noch zu beschreibenden Untersuchungen anstellen lassen, und gemeinschaftlich ins Werk setzen: so werden die niedrigen Rheinlande, deren Fruchtbarkeit so bekannt ist, nicht mehr den grofsen Schaden von den Ueber-

schwemmungen, wodurch die vortheile, welche dieser majestätische strom darbietet, wieder zum theil vernichtet werden, leiden dürfen. Die Schiffer und die steuerleute der Holzflöfse werden dann nicht mehr, so wie gegenwärtig, Klagen über den krummen schlangenweg des stromes, und über die zunehmende seichtigkeit führen.

In so fern die untern flufsgegenden sowohl vorkehrungen zur sicherung ihrer Deiche, als zur rettung ihres viehes, und ihrer beweglichen habe machen können, wenn sie bey zeiten von dem stande ausserordentlicher hochgewässer in den obern gegenden benachrichtet sind, so sollte man wie in Holland eine pegelcorrespondenz einrichten, und dieselbe durch zeichen oder telegraphen schnell zu verbreiten suchen.

Solche pegelbeobachtungen, die ich aus den §. 37. angeführten anzeichnungen gezogen habe, zeigen, dafs die höchsten wasserstände von 1770 bis 1779 an dem unter-Rhein und den holländischen flüssen, an den verschiedenen localpegeln, standen.

Im Jahre.	Maas bey Grave	Rhein bey Cöln	Rhein bey Emmrich.	Pannerdensche canal bey Pannerden	Waal bey Nymegen	Rhein bey Arnheim	Merwede bey Gorkum	Leck bey Vianen.	Yssel bey Doesburg
1770	1. Jan.	29 Nov.	— —	— —	1. Dec.	2. Dec.	— —	— —	4. Dec.
	18′ 5″	27′ —	— —	— —	19′ 1″	20′ —	— —	— —	16′ 4″
1771	29. Jan.	4. Febr.	— —	— —	23. Jan.	7. Febr.	— —	— —	10. Febr.
	18′ —	21′ 10″	— —	— —	19′ —	16′ 9″	— —	— —	17′ —
1772	20. Jan.	1. März	3. März	3. März	3. März.	4. März	— —	— —	4. März.
	18′ 7″	22′ 1″	19′ 1½″	19′ —	19′ —	17′ 11″	— —	— —	14′ 7″
1773	1. März	25. Jan.	28. Jun.	28. Jan.	28. Jan.	28. Jan.	— —	— —	28. Jan.
	18′ 5″	18′ 9″	16′ 8½″	17′ 7″	16′ 4½″	16′ 9″	— —	— —	12′ 5″
1774	21. Jan.	20. Jan.	3. März	4 März.	4. März.	3. März.	— —	— —	4. März.
	18′ 5″	22′ —	18′ 11″	18′ 9″	19′ —	17′ 11″	— —	— —	14′ 5″
1775	16. Febr.	7. Febr.	8. Febr.	8. Febr.	8. Febr	8. Febr.	— —	— —	11. Febr.
	18′ 6″	21′ 8″	18′ 8″	18′ 7″	18′ 9″	18′ —	— —	— —	14′ 2″
1776	9. Febr	10. März	10. Febr.	12. März	13. März.	11. Febr.	— —	— —	13. März.
	18′ 8″	20′ 7″	20′ 4″	17′ 11½″	18′ —	17′ 10″	— —	— —	13′ 11″
1777	18. Jan.	16. Jan.	1. März	1. März	1. März	2. März.	— —	— —	3. März.
	17′ 10″	22′ —	18′ 3″	17′ 7″	17′ 10″	17′ 6″	— —	— —	13′ 8″
1778	29. Jan	26. Jan.	29. Jan.	29. Jan.	29. Jan.	29. Jan.	— —	29. Jan.	29. Jan.
	9′ 10″	25′ 8″	20′ 1″	19′ —	19′ 11″	18′ 8″	— —	14′ 3″	14′ 10″
1779	25. Dec.	24. Dec.	26. Dec.	26. Dec.	26. Dec.	26. Dec.	— —	27. Dec.	27. Dec.
	18′ 4″	23′ 6″	19′ 5″	19′ —	19′ 3½″	18′ 8″	— —	15′ 9″	14′ 11″
1780	5. März	6. April	8 April	8. April	8. April	8. April.	— —	3. May.	2. May.
	16′ 4″	18′ 11″	16′ 10″	16′ 6″	16′ 8″	16′ 7″	— —	12′ 5″	13′ —
1781	28. Jun	27. Febr.	28. Jan.	28. Jan.	27. Jan.	29. Jan.	— —	31. Jan.	30. Jan.
	19′ 6″	22′ 11″	19′ 9½″	20′ 2″	24′ —	20′ 3″	— —	15′ 5″	14′ 3″
1782	31. Jan.	26. März	28. März	28. März.	28. März.	28. März.	3. April.	30. März.	29. März.
	16′ 10″	19′ 1″	16′ 6½″	16′ 3″	16′ 8″	16′ —	7′ 2″	12′ 1″	12′ 5″
1783	12. März	10. März	13. März.	13. März.	14. März.	14. März.	15. März	15. März.	14. März.
	18′ 2″	23′ 1″	19′ 7½″	18′ 10″	10′ 6″	18′ 3″	9′ 9½″	14′ 9½″	14′ 4″
1784	3. März	28. Febr.	1. März.	29. Febr.	1. März.	1. März.	6 März.	11. März.	3. März.
	20′ 3″	39′ 9″	21′ 10½″	20′ 6″	23′ 3″	17′ 11″	13′ 6½″	12′ —½″	18′ 3″

Im Jahre.	Maas bey *Grave*	Rhein bey *Cöln*	Rhein bey *Emmrich*	Pannerdensche canal bey *Pannerden*	Waal bey *Nymegen*	Rhein bey *Arnheim*	Merwede bey *Gorkum*	Leck bey *Vianen.*	Yssel bey *Doesburg*
1785	10. Jan. 18′ —	24. April. 15′ 9″	28. Sept. 15′ 7″	28. Sept. 16′ 1″	28. Sept. 15′ 6″	28. Sept. 15′ 2″	11. Jan. 6′ 3″	30. Sept. 11′ 11″	29. Sept. 11′ 6″
1786	13. Febr. 16′ 2″	17. Dec. 17′ 4″	18. Dec. 16′ 6″	19. Dec. 16′ 11″	16. Febr. 16′ 4½″	9. Oct. 16′ —	12. Jan. 10′ 9″	6. März. 12′ 9″	25. März. 12′ 8″
1787	1. Nov. 17′ 4″	31. Oct. 18′ 11′	1. Nov. 17′ 3½″	2. Nov. 17′ 3″	2. Nov. 17′ 1″	2. Nov. 16′ 11″	3. Nov. 7′ 6″	4. Nov. 12′ 10½″	3. Nov. 13′ 3″
1788	29. Febr. 14′ 4″	2. März. 15′ 11″	4. März. 14′ 10″	4. März. 13′ 3″	4. März 15′ 1″	4. März. 14′ 9″	5. März. 6′ 10″	5. März. 11′ 10″	4 März. 11′ 4″
1789	9. April 19′ 4″	30. Jan. 22′ 3″	3. Febr. 19′ 6″	3. Febr. 19′ 6″	24 Jan. 20′ 3″	4. Febr. 18′ —	9. April. 9′ 2″	5. Febr. 14′ 10½″	4. Febr. 14′ 4″
1790	22. Dec. 15′ —	21. Dec. 19′ 6″	23. Dec. 16′ 11″	23. Dec. 17′ 3″	23. Dec. 17′ 11″	23. Dec. 16′ 2″	24. Dec. 7′ 11″	25. Dec. 12′ 6″	24 Dec. 12′ 6″
1791	19. Jan 18′ 1″	17. Jan. 20′ 9″	19. Jan. 18′ 9″	19. Jan. 18′ 6″	19. Jan. 18′ 8″	20. Jan. 17′ 9″	20. Jan. 9′ 6½″	21. Jan. 14′ —½″	21. Jan. 13′ 9″
1792	31. Jan. 17′ 6″	2. Febr. 24′ 1″	4. Febr. 20′ 4½″	5. Febr. 19′ 10″	5. Febr. 20′ 1″	5. Febr. 18′ 9″	5. Febr. 10′ 3″	6. Febr. 15′ 8″	5. Febr. 14′ 10″
1793	18. Febr. 17′ 4″	14. Febr. 17′ 6″	17. Febr. 16′ 7½″	16. Febr. 16′ 9″	17. Febr. 17′ 3″	17. Febr. 15′ 10″	16. Febr. 8′ 6″	19. Febr. 12′ 6½″	18. Febr. 12′ 9″
1794	— — — —	— — — —	19. Febr. 15′ 9″	19. Febr. 16′ 1″	19. Febr. 16′ 11″	19. Febr. 14′ 10″	3. März. 7′ 7″	21. Febr. 12′ —	3. März. 11′ 4″

§. 111. Nützlich, und von wichtigen Folgen für den Flufsbau ist vorzüglich: *Die Tiefenmessung (holländisch: Peiling), die auch am Rheine Verpeilung genannt wird.*

Dazu bedient man sich einer Stange von Nadelholz, die in ganze, halbe und viertel Schuhe eingetheilt ist. Ihr unteres Ende wird dergestalt mit Eisen beschlagen, dafs sie mit dem Wasser einerley specifische Schwere hat, wo sie denn von einem Manne mit geringer Mühe, auf den Boden des Flusses, niedergedrückt werden kann. Sie wird die *Peilstange* (holländisch Peilstock) genannt.

Zu einer solchen Operation läfst man mehrere Peilstangen von 10 Fufs an, bis zu einer Länge, die bey der tiefsten Stelle des Stromes hinreicht, machen, damit nicht immer die grofsen Stangen gebraucht werden dürfen. So war in Düsseldorf die längste 54 Schuh. An eine solche lange Stange A (Tab. 3. Fig. 3.) kommt ein eiserner Ring a (nicht weit von dem eisernen Schuhe) worin das Seil b befestigt wird. Bey der Tiefenmessung hält alsdann ein Mann die Peilstange senkrecht, und ein anderer zieht an dem Seile, um die Stange, wenn es nöthig ist, zu lüften, damit sie über jede Erhöhung des Bodens hinwegrutschen kann. Uebersteigt aber die Tiefe 60 Fufs, welche grofse Tiefe doch bey unsern Strömen nur selten statt hat (selbst bey Wesel und Düsseldorf, wo der Rhein am tiefsten ist, übersteigt sie diese Tiefe, bey 3 Fufs Pegelhöhe, nicht), so mufs man sich des Senkbleyes bedienen, denn längere Stangen wird man nicht finden.

Die Tiefenmessung mit dem senkbleye ist aber in rapiden und tiefen Flüssen, mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden. Der heftige strom treibt das Boot, aus dem die operation vorgenommen wird, während man das senkbley sinken läſst, fort, und ist dieses nicht wenigstens 100 Pfund schwer, so wird es zu weit vom strome mit fortgetrieben. Auch werden, wegen der Krümme, die das seil annehmen muſs, die Tiefen etwas zu groſs gefunden. Demnach wäre es dienlich, ein so feines, und dennoch hinlänglich starkes seil, als möglich, und zu dem Gewichte eine bleyerne Kugel zu wählen, weil bey dieser Materie (*) und Form das wasser die kleinste wirkung auf dasselbe äuſsern kann. Selten läſst sich auch im schnellen strom das seil vollkommen anziehen. Ferner ist das Bemerken der Tiefe an dem seile sehr beschwerlich; denn es muſs bald auf- bald abgewickelt werden. Soll dieſs Manöver mit Genauigkeit geschehen, so muſs man das Boot vor Anker legen, und alsdann wird es in Holland bey beträchtlichen Tiefen mit Nutzen angewendet, sonst aber sind die schwierigkeiten mit dem senkbleye noch überdem mancherley. Eine Tiefenmessung, die man damit in denjenigen Fluſsbezirken, welche in den Kupfertafeln dieses Bandes gemessen sind, vornehmen wollte, würde für zwey Ingenieure eine Beschäftigung für mehrere Jahre abgeben. Ich rathe daher, diese operation, da wo die Tiefe nicht über 60 Fuſs ist, mit Peilstangen und nicht mit dem senkbleye vorzunehmen.

Sobald nun das Brouillon der hydrotechnischen Karte, welche den Fluſs mit allen Inseln, sandbänken, Bauwerken, und die Fluſsgegenden mit allen Deichen, sielen, darstellt, ausgezeichnet ist, wird die Tiefenmessung, bey einem ziemlich niedrigen wasserstande, und während einer windstille, vorgenommen. Im Rheine längs dem Bergischen wurde sie von mir 1794 bey 3 bis 4 schuh Düsseldorfer Pegelhöhe, und im Rheine unweit Darmstadt (1797) bey 10 bis 12 zoll am Erfelder Pegel bewerkstelligt. Auf der Karte muſs die wasserhöhe, wobey die Tiefen gemessen worden, auch noch bemerkt werden. Man könnte diesen wasserstand das *Peilwasser* nennen. Die gefundenen Tiefen werden gleich in der Karte, an den Puncten, wo sie gemessen wurden, mit Bley eingeschrieben und an jedem Tage auf den Null-Punct des Pegels reducirt; so wie dieſs auf Tab. 3., 16., und in mehreren stromkarten, die in diesem werke vorkommen, geschehen ist. Der vortheil, welcher aus dieser Reduction entspringt, ist dieser: wenn in allen Fluſskarten der Null-Punct der Pegel oder der bekannte niedrigste wasserstand ein für allemal angenommen wird, um von ihm an, die Tiefen unterhalb desselben anzuzeigen, und die untiefen, welche höher, als dieser Nullpunct liegen, nach der Pegelhöhe zu rechnen, so übersieht man mit einem Blicke alle die Abwechselungen vom steigen und Fallen des Bettes, die es in einer Reihe von Jahren erlitten hat. So zeigen z. B. die auf den Kupfertafeln I. II. IV. V. bis IX. stehende zahlen die Tiefen in rheinländischen schuhen, wenn der Rhein am Null-Puncte des

(*) Denn Gold, Silber und Platina wird man wohl nicht dazu gebrauchen.

Düsseldorfer Pegels steht. Dieser Pegel zeigt bey dem Beharrungsstande des Stromes 3 Fuſs 5 Zoll, wenn der Cöllner Pegel 5 Fuſs 11 Zoll zeigt; wo denn zugleich der Rhein 5 Fuſs 9 Zoll unter der Spitze des Unkelsteines (*) steht. Alle Zahlen, vor denen das Zeichen (—) steht, zeigen an, daſs die Stelle so viel Fuſs über der Oberfläche hervorragt, wenn sie am Null-Puncte des Düsseldorfer Pegels stehen würde. Der feine Strich in dem Rheine zeigt die Mitte der Fluſsrinne, oder den Stromstrich. Werden aber bey verschiedenen Tiefenmessungen auch untereinander abweichende Wasserhöhen angenommen, so wird die Übersicht sehr erschwert, und man ist genöthigt, diese Reduction, um zu ihr zu gelangen, alsdann selbst zu machen.

Auch werden, nach diesem Vorschlage, alle höher, als der Null-Punct des Pegels liegenden Untiefen mit dem Zeichen (—) bemerkt. So sehen wir z. B. aus Tab. 3., daſs die Bank zunächst vor dem Kieshübel bey Erfelden mit — 3½, dann mit — 3, und endlich mit — 2 Fuſs angedeutet ist. Das heiſst, sie ragt zuerst 3½, dann 3 und endlich 2 Fuſs über dem Null-Puncte des bey dem Dorfe Erfelden stehenden Pegels hervor, oder welches einerley ist, sie liegt auf 3½, 3 und 2 Fuſs Erfelder Pegelhöhe.

So verschieden die Absichten sind, aus welchen man die Tiefen der Flüsse kennen muſs, eben so verschieden ist die Methode solcher Messungen. Soll z. B. der Inhalt eines Breitenprofils berechnet werden, oder ist es nöthig die Ab- und Zunahme der Profile in verschiedenen Stromarmen oder in verschiedenen Querschnitten zu erfahren; so muſs man auf der Karte den Punct, wo die Tiefe gemessen wird, genau bestimmen. Vielleicht dürfte also in diesem Falle folgende Verfahrungsart den Absichten entsprechen. Zu einer solchen Operation wähle man eine Strombahn, wo die Ufer beynahe parallel sind, und wo der Hauptstromstrich, von dem §. 49. das wichtigste gesagt ist, nicht beträchtlich von der Richtung der Ufer abweicht. Wenn eine Messung der Art angestellt wird, um die Geschwindigkeit der Fluſsmasse, und also auch ihr Volumen zu erfahren, so darf in solchen Strombahnen das Bett nicht viele Untiefen enthalten, und die Ufer dürfen keine Widerströme erzeugen; mithin müssen in ihr auch keine Bauwerke weit hineingehen. Ein solches Lokal ist das vortheilhafteste, weil es einen regelmäſsigen Strom erwarten läſst. Hat man nun so eine reguläre Bahn, als diejenige, welche hier zur Erläuterung Tab. 3. Fig. 1. gewählt ist, gefunden, und nach einem groſsen Maſsstabe gezeichnet, so wird eine Hauptlinie A B, und mit ihr eine zweyte D C parallel abgesteckt. In diesen Linien werden solche Stäbe I. II. III. u. s. w. in gleichen Entfernungen gesetzt, die man vom Fluſse absehen kann. Ihre Höhe richtet sich also nach den Ufern und dem Terrain. Auf der Linie A B wird eine perpendikulaire Linie A D abgesteckt. Jetzt fährt man mit einem Schiffchen, das ein Ruder haben muſs, auf den Strom oberhalb der bestimmten Quer-Linie (Tiefen-

(*) So nennt man Basalte, die gegen Unkel in dem Rheine liegen, Siehe Tab. 7. das Profil.

messungs-Linie) D G, welche die Holländer Peilraay nennen, so weit hinaus, dafs das Ankerseil abgelassen werden kann, um von den Ankerpuncten K, L, M, in den Queer-Linien mehrere Tiefen zugleich messen zu können. Es wird daher gut seyn, die Länge des Ankerseiles, und die Queer-Linie, worin die Anker K L M zu liegen kommen sollen, nach der Karte zu bestimmen, um sie auf dem Felde abzustecken. Bey der Operation, wovon hier die Rede ist, müfste also das Ankerseil 400 Fufs lang seyn.

Um das Queer-steuern über den Strom (Gieren) zu erleichtern, wird es nöthig, nicht weit vom Anker K auf dem Strome ein Boot unter das Ankerseil zu legen, welches über ein, in dem Nachen stehendes Queer-Holz geht, damit dieses Seil nicht zu stark von dem Strome ergriffen werden kann, sondern auf eine beträchtliche Weite von der Oberfläche des Wassers gehalten wird. Wenn man die Vorrichtung dazu hat, um mehrere Nachen unter das Ankerseil zu legen, so liefsen sich die Tiefen, in der Breite eines Flusses von fünfzig Ruthen, aus einem Anker-Puncte messen, wo dann das Boot eine Gier- oder sogenannte fliegende Brücke vorstellen würde. Auf Flüssen, die eine sehr geringe Geschwindigkeit haben, ist das Queer-Fahren auf diese Weise nicht in Ausübung zu bringen, aber auch nicht nöthig, indem alsdann jeder Punkt in der Queer-Linie abgerudert werden kann. Sollen die Puncte noch genauer bestimmt werden, so spannt man, queer über den Flufs, ein Seil, und theilt es durch rothe Lappen, die daran befestigt werden, in gewisse Distanzen ein. Die Tiefenmessung in der Linie D G Tab. 3. Fig. 1., wurde folgendermassen bewerkstelliget. Nachdem die damalige Wasserhöhe am Erfelder Pegel nach D transportirt worden, und aus einer vorläufigen Messung bekannt war, dafs eine 35 Schuh lange Stange hinreichte, so wurde mit dem Boote, worin die Stange und das Anker lag, in die Linie I H gefahren, und in K der Anker niedergelassen. Jetzt liefs man das Boot bis in das Allignement der Queer-Linie D A treiben, und mafs nicht weit vom Ufer, steuerte, mit Hülfe des Ankerseiles und des Steuerruders, in diesem Allignement bis zum Puncte I, wo 15 10″ steht. Auf die nämliche Weise wurde fortgefahren in allen Puncten der Quer-Linie D G die Tiefen zu messen, welche hier auf den Null-Punct des Erfelder Pegels reducirt sind. Da in der Figur I. Tab. 3. die Visier-Linien punctirt sind, und die Zeichnung alles deutlich vor Augen legt; so glauben wir diese Operation nicht weitläufiger beschreiben zu dürfen. Träte aber bey einem Strome der Fall ein, dafs die Wassermenge eines solchen Querschnittes bestimmt werden müfste, wo hohe, steile und bewachsene Ufer ein unübersteigliches Hindernifs wegen der Visier-Linien darböthen, und wo man vom Lande aus auch durch Instrumente die Stellung des Bootes, aus dem die Messung vorgenommen werden soll, nicht bestimmen könnte, da wird ein Seil über den Strom entweder mit einmal über die ganze Breite hin, oder auf einen Theil dergestalt gespannt, dafs das Seil über mehrere Boote, die vor Anker liegen, ausgespannt wird; da es ohne diese nicht würde angezogen werden können. Man könnte sich dazu auch leerer Tonnen bedienen, welche das Seil auf der Oberfläche des

wassers halten würden. Alsdann mifst man die Entfernungen und Tiefen längs dem ausgespannten Seile. In einem Flusse, dessen Bett aus Steinen und Felsen, oder sehr festem Kies (Grand) besteht, wo also keine Anker halten, mufs die Tiefenmessung, wenn sie durchaus in solcher Bahn, in Hinsicht der Schiffahrt, genau bewerkstelligt werden soll, beym zugefrornen Strome ausgeführt werden. Indessen dürfte dieser Fall doch wohl nur äufserst selten eintreten.

Ausser der Tiefenmessung in verschiedenen Queerschnitten ist es durchaus zum Entwurfe hydrotechnischer Anlagen nöthig, dafs die Tiefen nach vielen Richtungen gemessen werden, und dafs man diese Messungen von Zeit zu Zeit, und zwar in den nämlichen Linien wiederholt. Diese Richtungen müssen so gewählt werden, als es der Zweck esfordert. Wenn man z. B. die Ab - oder Zunahme einer Sandbank und Untiefe in Erfahrung bringen will, so werden sie über solche Untiefen gezogen. Hierüber wird keine weitere Frklärung nöthig seyn, wenn wir unsere Leser auf die Stromkarten Tab. 1., 2., 3., 4., 16., 22., 23. u. s w. verweisen.

Wenn das Flufsbett nicht mit allen seinen Tiefen und seichten Stellen etwa so vor Augen gelegt wird, als Tab. 23., so kann der Wasserbaukundige zu der nöthigen Kenntnifs des Flusses, der ihm anvertraut wurde, nicht gelangen. Wird also die Tiefenmessung, wodurch der Flufs gleichsam anatomirt wird, nicht vorgenommen; so tappt man im Finstern, und kein Wasserbaumeister ist vermögend, über die hydrotechnischen Anlagen gründlich zu raisonniren. Ohne sie zu bewerkstelligen, kann man den Effect der Bauwerke nicht in Erfahrung bringen.

Die Methode, wonach die Tiefenmessung in allen möglichen Richtungen, in grossen Flüssen (bey kleinen ist sie leicht in Ausübung zu bringen, denn dazu giebt es der Hülfsmittel gar mancherley, die auch einem jeden leicht beyfallen werden) bewerkstelligt wird, beruht darauf, dafs eine genaue detaillirte Karte, worin die Tiefen eingetragen werden sollen, zum Grunde gelegt wird. Darauf müssen auch solche Gegenstände, als, ausgezeichnete Bäume u. d. gl. angedeutet seyn, damit man recht viele feste Puncte erhält, die zum Allignement gebraucht werden können. Sie beruht ferner darauf, dafs der Boden der Flüsse in kurzen Distanzen von einigen Ruthen äusserst selten, und nur da, wo in der Bahn beträchtliche Hindernisse liegen, merklich steigt. Diese Behauptung haben wir aus den mannigfaltigsten Tiefenmessungen abstrahirt, und man wird sie auch in den beygefügten Stromkarten bewiesen finden. Es ist also bey solchen Tiefenmessungen, wo es nicht auf die Kenntnifs von der Wassermenge des Flusses, oder auf andere Untersuchungen ankömmt, wodurch entschieden werden soll, wie tief der Flufs in diesem oder jenem Puncte sey, hinreichend, den Punct, wo die Tiefe beygeschrieben wird, auf ein paar Ruthen beyläufig zu bestimmen, wenn gleich eine solche Abweichung, jedoch nur selten, nach unserer Methode eintreten kann. Diese wollen wir hier nun auf wirkliches Local anwenden, und uns auf die dritte Kupfertafel beziehen.

Als der Rhein in einem Mafsstabe, von dem 48 Fufs 10 zoll 8 Linien Pariser Mafs auf den Grad des Aequators gehen, in dieser Gegend aufgenommen war, wurde die Tiefenmessung vorgenommen, die ich nur in so weit beschreiben will, als diese Flufskarte auf Tab. 3. gestochen ist. Daraus sehen wir denn, dafs (da die Messung bey einem sehr niedrigen Wasserstande bewerkstelligt wurde) oberhalb Schmidthausen die verschiedenen Sandbänke, welche theils aus dem Wasser hervorragten, andern Theils sichtbar waren, und die sich alle nach ihrer wahren Figur auf der Karte befinden, dafs ferner die Bauwerke H I K L am linkseitigen Ufer oberhalb Schmidthausen, so wie der versunkene Steinbau, solche Gegenstände waren, nach denen man die Puncte, wo die Tiefen nicht weit vom Ufer gemessen wurden, ziemlich genau bestimmen konnte. Bey einer zweyten Tiefenmessung, die beyläufig in dem mittlern Stromstriche, zwischen der Insel Kaldars und dem linken Ufer statt hatte, diente das Allignement auf die Mitte zwischen dem Baue bey L und dem versunkenen Baue, und dann auch die Sandbänke. Die Tiefenmessung über die grofse Sandbank ward durch das Allignement der Kirche in Stockstadt und der Modau - Bach - Mündung, so wie vermittelst des untern Endes des Eichwaldes (des Satzes) berichtigt. Von dem Steinbaue vor N bey Schmidthausen wurden die Tiefen in der Diagonal - Linie N A′, die mit dem Stromstriche einen spitzen Winkel macht, gemessen, das heifst, es wurde die Richtung von N auf eine alte Gipsmühle bey A′, genommen. Bey dieser Messung bestimmten bald Allignements mit solchen Gegenständen, als die Mitte des grofsen Gebäudes Q und der Kirche, oder andere, als die Bauwerke unter Schmidthausen und der Neben-Arm um das Kiesel - Wehrt und mehrere, die auf der Karte gezeichnet waren, den Punct, worin die Tiefe gemesen wurde. Weiter Strom abwärts dienten die Bauwerke zur Bestimmung dieser Puncte. Auf eine ähnliche Art wurde die Tiefenmessung fortgesetzt und von neuem nach andern in dieser Karte eingetragenen Richtungen wiederholt.

Auf eine ähnliche Weise kann auch quer über den Strom gemesen werden, und wenn er nicht zu reissend ist, so können fünf Mann, wovon einer steuert, eine solche Quer - Linie abrudern, in breiten Flüssen oder den Seemündungen (*) absegeln. Ein Mann kann die Tiefen messen, so wie diefs gegen den Erfelder Pegel geschehen und auf der Karte mit perpendiculär - Peil - Linien angedeutet ist. Bey dieser Operation dienten einige Puncte auf dem Kieshübel, auf dem Kalbskopfe und auf dem kleinen Kühkopfe zu Allignements, mit deren Hülfe, von dem Boote aus, die Puncte bestimmt wurden. Wir verweisen übrigens insbesondere auf die Kupfertafeln 1. bis 14., wo ein jeder sich wird überzeugen können, dafs die Peil - Linien, sowohl nach Per-

(*) Während die Tiefenmessungen in Seemündungen oder Flüssen, worin Ebbe und Fluth statt findet, gemessen werden, welches bis zu einer Tiefe von 50 Fufs mit der Peilstange, zu gröfserer Tiefe mit dem Bleylothe geschieht, wird am Ufet das Steigen oder Fallen des Wassers beobachtet; die Tiefe aber nachher auf den Stand der Ebbe oder Fluth reducirt, und so in die Karte eingeschrieben.

pendiculär -, als nach Diagonal - Richtungen mit dem Strome abgefahren, und die Puncte, ohne Anker zu werfen, mit ziemlicher Genauigkeit (wenn anders die Karten richtig aufgenommen und nach den vorgeschriebenen Maſsstäben gezeichnet sind) bestimmt werden können. Man sieht ferner, daſs die Tiefenmessungen auf grossen Flüssen in drey bis vier Linien vorgenommen werden müssen; daſs die Methode, die Tiefen nach Diagonal - Linien zu messen, wie z. B. Tab. 3. und 16., und mehrere in denen zu diesem Werke gehörigen Fluſskarten bezeichneten Tiefenmessungen, beweisen den Unterschied der Tiefen sehr deutlich vor Augen legt.

Zum Beschluſs dieser Materie will ich noch diejenige Methode, der man sich in Holland ehemals bey den Tiefenmessungen bediente, und derjenigen, nach welcher späterhin dieselben angestellt wurden, und die in einem, in holländischer Sprache, geschriebenen Manuscripte erklärt sind, im Auszuge, aufnehmen.

„Bey der bisher in Holland gebräuchlichen Methode die Tiefen zu messen (sagt Brunings in diesem Memoire) hätte man in der Berechnung der Wassermenge, die ein Fluſs führt, die Gröſse der Profile nicht genau berechnen können und dadurch Veranlassung zu Irrthümern und ganz falschen Schlüssen gegeben. Um hiervon auf das Deutlichste überzeugt zu werden, darf man nur die beygefügte erste und zweyte Figur (sie sind Tab. 26. unter denselben Numern dargestellt) ansehen. Die erste Figur zeigt den Durchschnitt eines Flusses, dessen Tiefen, einmal bey einem Wasserstande von 8 Fuſs und ein zweytesmal bey 3 Fuſs am Pegel, gemessen wurden, da mittlerweile, weder am Boden noch an den Ufern, auch nicht die geringsten Veränderungen erfolgt seyn."

„Ich nehme an", fährt er fort, „daſs bey der Wasserhöhe von 8 Fuſs die Tiefen an 20 verschiedenen Stellen so gefunden wurden, wie sie längs der Linie A B angezeichnet sind. Die Summe dieser 20 verschiedenen Tiefen mit 20 dividirt, giebt für das Profil A E D B, bey einem Wasserstande von 8 Fuſs Pegelhöhe, eine mittlere Tiefe von 8,55 Fuſs. Bey einem Wasserstande von 3 Fuſs Pegelhöhe liegen die Ufer A E und B C trocken. In diesem Profile sind daher nur an 15 verschiedenen Stellen die Tiefen gemessen. Die Summe dieser 15 verschiedenen Tiefen durch die Zahl 15 getheilt, giebt eine mittlere Tiefe von 5,6 Fuſs. Diese nach der gewöhnlichen Methode zu 8 Fuſs Pegelhöhe reducirt, das ist, den Unterschied der beyden Wasserhöhen, oder 5 Fuſs, dazu addirt, so bekommt man eine mittlere Tiefe von 10,6 Fuſs. Man schloſs also hieraus, daſs der Strom, seit der ersten Tiefenmessung, sich um 10,6 — 8,55 = 2,05 Fuſs vertieft habe, da doch derselbe, nach der Voraussetzung, weder auf dem Boden, noch an seinen Ufern, die geringste Veränderung erfahren hatte. Man setze ferner voraus, daſs ein Fluſs in dem Profile, worin die Tiefen gemessen werden, sich sehr merklich verändert habe, so daſs dasselbe, wie es in der zweiten Figur (Tab. 26. Fig. 2.) dargestellt ist, bey der ersten Tiefenmessung bey einem Wasserstande von 8 Fuſs Pegelhöhe, die Figur A B C D E F A bildete. Für die mittlere Tiefe dieses Profils findet man 6,962 Fuſs. Bey einer spätern Tiefenmessung,

wenn die Wasserhöhe 5 Fuſs am Pegel zeigt, sey indessen das Bett des Flüsses an der einen Seite viel mehr untiefer geworden, als es an der andern Seite vertieft sey. Abstrahirt man nun von der Geschwindigkeit, so ist es klar, daſs das Vermögen des Flusses an der Stelle geringer geworden ist, wie auch schon aus dem bloſsen Anblicke des letzteren offenbar kleineren Profiles a e d c b zu ersehen ist. Die Tiefenmessungen bey einer Wasserhöhe von 5 Fuſs bewerkstelligt, geben für dieſs kleinere Profil eine mittlere Tiefe von 8,4 Fuſs; hierzu nun noch, nach der gewöhnlichen Methode, den Unterschied der Höhe, oder drey Fuſs, genommen, so bekömmt man eine mittlere Tiefe von 11,4 Fuſs, und folglich ist der Fluſs scheinbar 4,438 Fuſs vertieft. Dieſs ist gerade der Fall bey den Tiefenmessungen in der Krümme bey Herwen. Tab. 14. Wenn man nun bloſs auf diese gefundene Tiefe achtet, ohne einmal die Breite, vielweniger die Geschwindigkeit in Erwägung zu ziehen; so ist es klar, zu welchen falschen Begriffen, solche Tiefenmessungen Gelegenheit geben können, da sie doch bloſs in der Absicht angestellt werden, um daraus auf die zu - und abnehmende Tiefe der Flüsse schlieſsen zu können (*)."

Da nun die Staaten der Provinzen Geldern, Holland und Westfriesland vorzüglich seit der Convention von 1771 gut gefunden haben, festzusetzen, daſs in den obern-Flüssen (§. 6.) die Tiefen auf gewissen bestimmten Stellen jährlich gemessen werden sollen, um von deren Beschaffenheit, sowohl in Rüchsicht der proportionellen Vertheilung des Wassers in den verschiedenen Fluſsästen, als auch in Rücksicht der Fahrbarkeit genauer unterrichtet zu werden; da ferner, um die Wirkungen der seit der Zeit, in den oberen - Flüssen bewerkstelligten Anlagen zu erfahren, von denen beschlossen war, noch einige ausserordentliche jährliche Tiefenmessungen vorzunehmen, so glaube ich, daſs es nothwendig seyn wird, sich künftig bey solchen Tiefenmessungen einer Methode zu bedienen, wodurch man der Wahrheit näher komme, und vor groben Irrthümern gesichert sey, wenn auch eine solche Methode etwas mehr Mühe und Kosten verursachen sollte."

„Die Methode der Tiefenmessungen, welche ich, um den oben erwähnten Schwierigkeiten zu entgehen, für rathsam halte, ohne deſswegen mit vielen mühsamen ope-

(*) Dieses in Buchstaben auszudrücken, nehme man an: a, b, c und d seyn die, bey einer solchen Operation, an vier verschiedenen Stellen gefundenen Tiefen; so ist die mittlere Tiefe

$$x = \frac{a + b + c + d}{4}.$$

Eine zweyte Tiefenmessung werde bey einem Wasserstande vorgenommen, der um die Gröſse f niedriger sey, als der erstere, und zwar sey f gröſser, als a, aber kleiner, als eine jede der übrigen drey Tiefen, b, c und d; so wäre nach der oben von dem General - Inspector Brunings getadelten gewöhnlichen Methode, bey ganz unveränderten Ufern und Boden $\frac{(b - f) + (c - f) + (d - f)}{3} = x - f$.

$$\text{oder } \frac{b + c + d}{3} = x = \frac{a + b + c + d}{4}$$

$$\text{folglich } b + c + d = 3\,a.$$

Nun ist aber, vermöge der Voraussetzung, $3\,a < b + c + d$.

rationen verknüpft zu seyn, bestehet hierin: Sie müssen längs einem, in verschiedene Theile eingetheilten und genau nach der Tiefenmessungslinie gespannten Seile, das durch einige, in gewissen Entfernungen von einander für Anker liegenden Nachen getragen wird, vorgenommen werden; ferner muſs an jedem Ufer des Flusses ein Pfahl in den Grund geschlagen werden (wie bey A und B Fig. 2. Tab. 26,), und zwar so, daſs deren obersten Enden genau die Höhe von 8 Fuſs am Pegel haben; oder wo dieses, wegen der hohen abbrüchigen Ufer, nicht thunlich seyn möchte, da muſs bloſs die Höhe des Pfahls nach dem fest bestimmten Pegel bemerkt werden. Diese Pfähle werden noch ohnedem diesen Vortheil gewähren, daſs man versichert seyn kann, die Messungen immer in denselben Profilen vorzunehmen, welches doch absolut nothwendig ist, um irgend genaue Vergleichungen anstellen zu können."

„Wenn diese Vorkehrungen getroffen sind, und die Tiefen des Flusses bey einem niedrigeren Wasserstande als 8 Fuſs am Pegel gemessen werden sollen (er ist hier beyläufig der mittlere Wasserstand); so muſs das Profil des Flusses, so wie es bey einem Wasserstande von 8 Fuſs Pegelhöhe gewesen seyn würde, gesucht werden. Dieses Profil durch diejenige Breite des Flusses, die bey 8 Fuſs Pegelhöhe statt hat, dividirt, giebt alsdann die wahre mittlere Tiefe. Ein solches Profil kann auf folgende Weise bequem gefunden werden: Man suche die mittlere Tiefe von dem Profile e d c b (Fig. 2.) und hernach, durch die Multiplication dieser Tiefe mit der Breite e b, das Profil e d c b selbst. Hierzu addire man den Flächen-Inhalt des Raumes a e f, den man in der Practik, ohne groſsen Irrthum, als ein Dreyeck ansehen, und folglich denselben durch die Multiplication der halben Entfernung a f mit dem Unterschiede der Wasserhöhe, finden kann: ferner addire man hierzu den Inhalt des Rectangels f B b c, welcher das Produkt des Unterschiedes der Wasserhöhe mit der Breite e b ist (*). Die

(*) Wenn das Ufer bey B auch schräg hinunter geht, wie bey a, so versteht es sich von selbst, daſs man auch an dieser Seite noch ein Dreyeck berechnen muſs. Auch würde man die Rechnung noch abkürzen können, wenn man nämlich, anstatt das Rechteck f B b e besonders zu berechnen, den Unterschied der Wasserhöhe zu der gefundenen mittlern Tiefe des Profiles e d c b addirt. Die eben beschriebene Methode ist, nach meiner Meinung, die genaueste. Wenn man sich aber mit etwas wenigerer Genauigkeit begnügen wollte, so würde man auf folgende Weise verfahren können: Man berechnet das Profil des Flusses, wie es zur Zeit der Tiefenmessung gefunden ist; dieses Profil theilt man durch die Breite des Flusses, die bey 8 Fuſs Pegelhöhe wirklich statt hat. Addirt man nun zu dem Quotienten den Unterschied der Wasserhöhe, so wird man ziemlich genau, selbst die mittlere Tiefe erhalten. Es habe z. B. ein Querschnitt des Flusses (Fig. 2. Tab. 26.) bey 5 Fuſs Pegelhöhe, eine mittlere Tiefe von 8,4 Fuſs; die Breite e b sey 64 Ruthen, so hat man ein Profil von 6451,2 Quadrat-Fuſs. Dieses durch a B = 1104 Fuſs dividirt, giebt 5,844 Fuſs. Hierzu den Unterschied der Wasserhöhe = 3 Fuſs addirt, so erhält man für die mittlere Tiefe des Flusses, bey 5 Fuſs Pegelhöhe, 8,844 Fuſs. Wenn man nun diese Berechnung nach der genaueren Methode anstellt, so erhält man folgendes:

das Profil des Flusses bey 5 Fuſs Pegelhöhe, ist	= 6451, 2	Quadrat-Fuſs.
Das Dreyeck a f e .	= 504, 0	— —
Das Rechteck f e B b .	= 234, 0	— —
	9259, 2	Quadrat-Fuſs.

Summe dieser drey Flächen giebt das Profil a e d c b, und dieses mit der Breite a B dividirt, die wahre mittlere Tiefe.

Den Vorzug, den diese Methode, vor der bisher gebräuchlichen, hat, werde ich nicht erst nöthig haben, weitläuftig auseinander zu setzen, indem die bloſse Figur schon anzeigt, daſs man bey dieser Art, die Tiefen zu messen, nichts anders thut, als den ganzen Durchschnitt des Flusses auf denjenigen zu reduciren, welcher bey der einmal festgesetzten Pegelhöhe wirklich würde statt gehabt haben, da man im Gegentheil, bey der bisherigen Methode, bloſs die Tiefe zu der bestimmten Pegelhöhe reducirte, und die Breite ausser Acht lieſs.

Indeſs wird es vielleicht nicht undienlich seyn, noch durch ein Beyspiel zu zeigen, wie man, nach der beschriebenen Methode, verfahren muſs, wenn das Wasser so niedrig ist, daſs in der Linie, in welcher die Messungen vorgenommen werden, eine Sandbank bloſs zu liegen kommt. In der dritten Figur Tab. 26. stelle A B C D E F das Profil eines Flusses, bey einem Wasserstande von 8 Schuh am Pegel, vor. Bey einer spätern Tiefenmessung, sey die Wasserhöhe nur 4 Schuh, und a b c d e f das Profil. Um alsdann die mittlere Tiefe, die mit derjenigen von 8 Schuh verglichen werden kann, zu finden, müssen zuerst die Profile b c h und l e m gesucht; ferner muſs der Flächen-Inhalt des Dreyecks a b n, so wie die der Rechtecke n b i h und k l f m berechnet werden; und endlich muſs auf der Sandbank d h l ein Pfahl eingeschlagen werden, der mit der Pegelhöhe von 8 Schuh correspondirt, da alsdann die Erhabenheit der Sandbank h d l durchs Nivelliren, und dann auch der Inhalt von i h k l bestimmt werden kann. Die Summe aller dieser gefundenen Flächen oder Profile durch a f dividirt, giebt die wahre mittlere Tiefe des Profils a b c d e f."

Folgende Messung theilt hierüber, unter andern, Brunings, von dem Nieder-Rheine ober Arnheim (Tab. 14.) mit.

Im Jahre.	Im Queerschnitt No. 21. Mittlere Tiefe. Fuſs.	Zoll.	Breite. Ruthen.	Inhalt. Quadrat-Ruthen	Im Jahre.	No. 21. Mittlere Tiefe. Fuſs.	Zoll.	Breite. Ruthen	Inhalt Quadrat-Ruthen.
1779	15	1	32	40	1790	14	4	35	42
1780	16	9	35	49	1791	14	9	35	43
1782	15	4	32	42	1792	14	3	37	44
1784	16	9	34	47	1793	15	9	33	43
1785	16	.	29	38	1794	15	4	34	44
1786	15	7	30	39	1795	18	1	38	55
1787	14	4	32	43	1796	18	.	30	46
1788	16	6	30	41	1797	15	6	32	52
1789	15	11	35	46					

Dieses durch a B = 1104 Fuſs dividirt, giebt die wahre mittlere Tiefe = 8,386 Fuſs, welche also nicht viel von derjenigen abweicht, die bey der abgekürzten Methode gefunden wurde.

§. 112. *Die zur hydrotechnischen Karte nothwendige Verzeichnung des Hauptstromfadens, stromstriches, oder der stromrinne (franz. la force du courant; holl. Geul oder de draad of stroomlyn van de Rivier)* §. 9. kann auf der hydrotechnischen Karte alsdann geschehen, wenn die Tiefenmessungen nach den Diagonal - und andern Richtungen bewerkstelligt sind. Es ist nämlich aus der Erfahrung bekannt §. 49., daſs die Fluſsmasse fast immer in der stromrinne am schnellsten flieſst. Mithin müssen auch die Eisgänge nach dieser Richtung die gröſste Gewalt ausüben. Aus sorgfältigen Untersuchungen über die Natur der strömenden Gewässer ist es ferner bekannt, daſs in einigen stellen der Bahn, die gröſste Geschwindigkeit des stromes jedoch nicht bey allen hohen Wasserständen da statt findet, wo die stromrinne liegt. Dieſs entsteht aus dem abwechselnden Abhange des Bodens. So war z. B. die Geschwindigkeit in dem mittlern Fluſsarme bey Honneff (Tab. 4.) deſswegen beträchtlicher, als im Honneffer Fluſsarme, weil der Abhang der Fluſsrinne in dem erstern gröſser war, als der im letztern.

So wird z. B. bey einem Wasserstande von 5 Fuſs am Erfelder Pegel, der strom mehr nach dem rechten Arme am Kieshübel (Tab. 3.) hingezogen, als bey einem Wasserstande von 12 Fuſs Pegelhöhe. Bey dem hohen Sommerwasser 1797 erhielt der Hauptstromfaden zwischen dem kleinen Kühkopfe und dem Kieshübel, in Hinsicht seiner geraden Richtung, ein gröſseres Vermögen, als er beym niedrigen strome, in Vergleich mit jenem rechten Arme, erhalten hätte. Es fand ferner bey einem Wasserstande von 8 Fuſs Pegelhöhe, die gröſste Geschwindigkeit, also auch der stromstrich in der Linie III. y (Tab. 3. Fig. 1.) statt; bey einer Wasserhöhe von 5 schuh aber in der Richtung IV. z. Die Ursache war, weil, bey dem ersten, (höhern) Wasserstande, die zwischen dem kleinen Kühkopfe und dem Carlswerth flieſsenden Arme, viel stärker auf das untere strom - Volumen, als bey dem niedrigen Wasserstande, wirken konnten §. 64. Um dieſs besser einzusehen, verweisen wir auf die, in der angeführten Fluſskarte von der Erfelder serpentine, Tab. 3., bemerkten Tiefen. Wir sehen also, daſs bey solchen Local - Umständen noch in dieser Hinsicht mancherley Beobachtungen einem jeden gründlichen Raisonnement vorangehen müssen. Wie diese anzustellen sind, wird da am besten gezeigt werden können, wo die Geschwindigkeitsmessungen abgehandelt werden.

Aus dem bisher Angeführten ergiebt sich demnach, daſs die verschiedenen stromstriche nach den tiefsten stellen, wie solche auf allen Kupfertafeln dieses Werkes durch punctirte oder gezogene Linien angedeutet sind, bestimmt, die Abweichungen, bey den verschiedenen Wasserständen, aber erst durch andere Wahrnehmungen ausgemittelt werden können.

Sobald die stromstriche auf die Karte nach der vorhergegangenen Tiefenmessung gezogen sind, so werden diesen Linien nach, auch noch die Tiefen gemessen, um aufs genaueste das steigen und Fallen der Fluſsrinne zu kennen. Daraus läſst sich

nachher über den Effect, welchen die Bauwerke hervorbringen, urtheilen. So wird z. B, bey einem fallenden Boden eine Kribbe, die in den Fluſs hinein gelegt wird, den Strom auf eine gröſsere Strecke abweisen, als bey einem steigenden. §. 50. Schon dieses einzige angeführte Beyspiel beweiſst, daſs es, ohne von der Lage der Fluſsrinne unterrichtet zu seyn, nicht möglich ist, zweckmäſsige Entwürfe zu machen.

Sind nun diese Tiefenmessungen angestellt, auf den niedrigsten Wasserstand reducirt und in die Karte eingetragen, so wird der Ingenieur in denen Fluſsbezirken, wo es nöthig ist, nach Verlauf einiger Zeit, die Messungen gerne wiederholen, um zu erfahren, welchen Effect die Werke geleistet haben. Er wird, indem er von den Veränderungen des Bettes sich unterrichtet, seine Erfahrungen und seine praktischen Kenntnisse sehr bereichern. Endlich wird, aus solchen Messungen, das Gouvernement erfahren, ob der Ingenieur mit der Natur der Flüsse und mit den Wirkungen, die seine Anlagen hervorbringen sollten, bekannt war.

§. 113. Bey den Tiefenmessungen, die in solchen Fluſsbezirken geschehen, welche vermittelst der Anlagen merklich vertieft werden sollen, und deren Bett man nicht bereits kennet, muſs zugleich *die Untersuchung über das Material des Bettes und der Ufer*, und zwar a) mit einer solchen Stange, die zu den Tiefenmessungen gebraucht wird, oder b) mit dem Erdbohrer, vorgenommen werden.

a) Da die Stange mit einem eisernen Schuhe versehen ist, und man sie über dem Boden, während die Tiefenmessung geschieht, wegrutschen läſst, so kann man durch das Aufstoſsen derselben auf den Boden das Material dieses Bettes, wenigstens an seiner Oberfläche beurtheilen, wie dieſs z. B. auf der 3ten Kupfertafel Fig. III. angedeutet ist. Kommt man auf sehr lockern Boden, so wird die Stange in denselben hineingestoſsen, da alsdann die Beschaffenheit des Bodens auf einige Schuhe tief in Erfahrung gebracht wird. Dieses Mittels haben sich die holländischen Ingenieurs, vorzüglich bey den Messungen im Y vor Amsterdam, bedient.

Die Bestandtheile der Ufer werden bey niedrigem Strome untersucht, und die Resultate von allen diesem werden in die hydrotechnische Beschreibung des Stromes eingetragen und auf der Karte angedeutet. Siehe Tab. 3.

§. 114. Zur hydrotechnischen Darstellung eines Fluſsbezirkes muſs auch das Nivellement, oder die Bestimmung der Neigung des Stromstriches gezählt werden. *Nivelliren oder Wasserwägen* heiſst die Höhe eines gegebenen Punctes über oder unter der Horizontal-Fläche eines andern gegebenen Punctes zu finden.

Da es eine überflüssige Weitläuftigkeit seyn würde, die bekannten Instrumente, womit man bis jetzt nivellirte, zu beschreiben, so soll nur dasjenige Instrument erklärt werden, dessen ich mich zu den, von mir am Rheine, und mehrern deutschen Flüssen, gemachten Nivellements bediente. Wegen den übrigen Instrumenten verweise ich auf den 3ten Theil von Mayers Unterricht zur praktischen Geometrie.

Wer sich an mehrern strömen umgesehen hat, der hat bald erfahren müssen, dafs die meisten Flufsdeiche oder Dämme nicht auf eine und dieselbe Ueberschwemmungshöhe aufgeführt sind; ja, dafs ein und derselbe Deich nicht einmal mit dem Gefälle des Flusses fortläuft; dafs mehrere Deiche, da wo die Eisdämme den strom sehr hoch aufstauen, niedriger liegen, als an andern weit weniger gefährlichen stellen. Er wird ferner öfters vergeblich nach der Höhe der Deiche in Rücksicht der Pegel fragen, und selten wird er eine Antwort auf die Frage erhalten: wie hoch die Ufer und die Gegenden liegen, die den Ueberschwemmungen ausgesetzt sind.

Wie kann aber ein Deich zweckmäfsig angelegt, eine Gegend vor Ueberschemmungen hinlänglich geschützt werden, wenn man nicht ein Nivellement von der Gegend, und von dem Flusse zum Grunde legt? Die Deichlinie kann ohne solche Messungen nicht bestimmt werden, weil sie durch das Local, so wie durch die Nachrichten von dem zuge der Eisgänge und Ueberschwemmungen ausgemittelt werden sollte. Auch die Höhe und stärke der Deiche kann da, wo ein Nivellement der Gegend, welches immer auf die Pegelhöhe reducirt werden mufs, fehlt, nicht bestimmt werden. Denn, wenn gleich das Material, woraus der Deich aufgeführt werden soll, durchaus gut wäre; so wird sich doch die stärke und Höhe der Deiche, nach den Höhen und dem zuge der Ueberschwemmungen richten müssen. Und wie kann diefs alles ohne Nivellement genau ausgemittelt werden?

Man mufs ferner öfters durch das Nivellement bestimmen, auf wie viel schuh und zoll Pegelhöhe dieses oder jenes Ufer, diese oder jene niedrige Gegend und Insel, diese oder jene schlucht, wodurch die Ueberschwemmungen vorzüglich strömen, liegt. Ohne die Neigung des stromes zu kennen, ist es nicht möglich, über die Einmündungen der Nebenflüsse und Canäle, noch von den Ueberschwemmungen des Hauptflusses, so wie über die veränderungen, die hier mit Nutzen zu machen wären, gründlich zu urtheilen. Eben so wenig läfst sich, ohne Nivellement, weder über die Lage verschiedener Flüsse gegen einander, noch über die Höhe, welche die Deiche in Rücksicht der Ueberschwemmungen und der Eisgänge haben sollten, etwas zweckmäfsiges anordnen. Hat es aber der Ingenieur bewerkstelligt, so wird er in seinem zimmer, aus den täglich observirten wasserhöhen, die er sich mittheilen läfst, beurtheilen können, welche Deiche vorzüglich dem Angriffe des stromes und der Eisgänge blofsgestellt sind; ob nach der Höhe der Ueberschwemmungen gerechnet, dieser oder jener Deich in Gefahr kommt, oder ob diese oder jene Gegend überströmt wird. So würde z. B. eine Rheinanschwellung, die bis zu 18 Fufs am Erfelder Pegel stiege Tab. 3., bereits über den Erfelder Deich, beym Dorfe Erfelden, 10$\frac{3}{4}$ zoll hoch überlaufen, weil er daselbst auf 17 Fufs 1$\frac{1}{4}$ zoll Pegelhöhe liegt; und es wäre also nöthig, schon bey einem niedrigern wasserstande die gehörigen vorkehrungen zu den Aufdämmungen zu treffen.

Die Bestimmung des Gefälles vom Flusse, oder der Neigung ist, zur zweckmäfsigen Anordnung der Bauwerke längs den Ufern, gleichfalls nöthig. Da wo sie fehlt, kann

über die so nothwendige Erhöhung der dem Strome abwärts liegenden Werke gegen die oberen, nichts Bestimmtes angegeben werden.

Man kann ohne Nivellement, von dem Flusse und von den Flufsgegenden, so wie über die Entwässerung des innern Landes, nicht gründlich urtheilen. Es läfst sich nicht bestimmen: wo eigentlich die kleinen Nebenflüsse und die Entwässerungs-Gräben (holländ. wateringen) in den Hauptflufs geführt werden müssen, um dasjenige Gefäll zu erhalten, welches hinreicht, den Abzug aus den nassen Gegenden, Sümpfen und Polders zu bewirken, oder das so ansehnlich ist, diejenigen Maschinen, welche auf den Bächen liegen, zu treiben. Fehlt es, so läfst sich nicht gründlich beurtheilen, ob das Local nicht erlaubt, die Nebenflüsse soweit stromabwärts in den Hauptflufs zu leiten, damit die Zurückstauhung des letztern in die Nebenflüsse geschwächt, oder gar verhindert werde. Ferner kann der Waseerbaukundige ohne Nivellement über den Fall des Flufsbettes, der doch in der Flufsbaukunde zu wissen nöthig ist, gar nichts sagen, und wir tappen über die Aufstauung, über so mannigfaltige Veränderungen bey dem Steigen und Fallen der Flüsse im Dunkeln, und gerathen wohl gar dadurch auf Theorien, die, so gelehrt sie auch aussehen mögen, wenn sie näher mit der Natur verglichen werden, keiner Anwendung fähig sind.

Ist das Nivellement von den Gegenden vollendet, so kann man darauf, während dem höchsten Anschwellen des Stromes, noch eine sehr nützliche Untersuchung gründen. Es müssen sich nämlich mehrere Beobachter zugleich in die überschwemmten Gegenden begeben, um die Tiefen der Ueberschwemmungen, an vielen Orten, zu messen und in die Karte einzutragen, welches ziemlich genau nach der Lage der Dörfer, Bäume u. s. w. geschehen kann. Hiedurch würde man die Lage der Gegenden in sehr vielen Puncten und auf eine leichte Art erfahren, was durch wirkliches Nivelliren sehr beschwerlich werden dürfte. Der Ingenieur wird hierdurch seine Local-Kenntnisse sehr bereichern und der hydrotechnischen Karte den gröfsten Grad der Vollkommenheit geben.

Das bisher Gesagte wird hinreichend seyn, die Maafsregeln daraus kennen zu lernen, welche gewählt werden müssen, um mit dem vorzunehmenden Nivellement die beabsichtigten Zwecke zu erreichen. Es mufs nämlich die Tiefenmessung vor dem Nivellement geschehen, um nach den merklichen Veränderungen in der Figur des Bettes, den Flufs in gewisse Distanzen eintheilen zu können; wie dieses Tab. 17. geschehen ist.

Da sich die Geschwindigkeit des Stromes nur allmählig und nicht stufenweise verändert, wenn der Abhang von dem Bette und von der Oberfläche nicht derselbe bleibt, und wenn die Ufer sich zusammenziehen oder erweitern, so könnten zwar auch die Geschwindigkeits-Messungen dem Nivellement vorhergehen, wenn solche Instrumente erfunden wären, mit denen die Abwechslung von der Neigung recht genau wahrgenommen werden könnte. Solche Genauigkeit darf man aber gar nicht in einem regulären

strome erwarten, wo die Abwechslung der Geschwindigkeiten ganz unmerklich ist. In einem irregulären Flusse, dessen Bett bald fällt, bald steigt, könnte diefs noch eher geschehen. Alsdann wird man nach der beobachteten gleichförmigen Geschwindigkeit des Wassers im Stromstriche, entweder in der Oberfläche oder auf einer angenommenen Tiefe, noch eine zweyte Eintheilung der Visir-Stationen machen, die mit den Distanzen, worin die Abwechslungen der Geschwindigkeiten gefunden wurden, übereinstimmen. So lange aber, wie gesagt, die Ausmittelung, wo das Strom-Volumen eine veränderte Geschwindigkeit annimmt, solchen Schwierigkeiten, als bisher unterworfen ist, dürfte es wohl das Rathsamste seyn, den Strom nach dem Steigen und Fallen des Bettes und nach den merklichen Abwechslungen in seiner Breite; und in Hinsicht derjenigen Strombahnen, die beym Wasserbaue vorzugsweise speciel anatomirt werden müssen, erst nach den vorausgegangenen Geschwindigkeitsmessungen in gewisse Nivellements-Distanzen einzutheilen, so wie es am Rheine (Tab. 17.) geschehen ist, wovon die auf den S. 74. und 75. mitgetheilten Messungen nähere Aufschlüsse geben.

Während nivellirt wird, mufs das Steigen und Fallen des Stromes bemerkt werden, welches sich also ereignet, indem eine solche Distanz abgewogen wird. Wird dieses unterlassen, so kann weder der wahre Abhang, noch die wahre Neigung in Erfahrung gebracht werden. Es sey z. B. während das Gefäll auf einer Länge von 72000 Fufs stromabwärts abgewogen wird, der Flufs 6 Zoll gefallen, so wird beym Nivellement der Abhang um eben diese 6 Zoll zu grofs angegeben werden, indem man alsdann erst das wahre Gefäll erhält, wenn der Fall von 6 Zoll beobachtet ist, und er von dem, durch das Nivellement unmittelbar erhaltenen Gefälle abgezogen wird; so wie man im Gegentheile beym wachsenden Wasser soviel zu dem unmittelbar erhaltenen Abhang hinzu zählen mufs, als der Flufs während der Zeit im ganzen gestiegen ist. Auf diese Weise ist auch das Nivellement am Rheine (S. 74.) bewerkstelliget worden. Es mufs daher jedes Nivellement auf einem und demselben Wasserstand, der in Beziehung auf den niedrigsten d. i. in Beziehung auf den Nullpunct der längs einem Flusse gestellten Pegel angenommen wurde, reduzirt werden.

Endlich mufs noch von dem Abwägen der Oberfläche eines Flusses nach seiner Breite geredet werden; und da zeigen denn die Messungen, welche ich angestellt habe, dafs nur bey denjenigen Stellen, wo die ganze Strommasse sich bis nicht weit von den Ufern mit einer ziemlich gleichförmigen Geschwindigkeit bewegt, die Oberfläche des Flusses, dem Querschnitte nach, beynahe horizontal ist (Sieh S, 71.) Aus der Lage der Oberfläche der Quere des Stromes nach gemessen, wird man einigermassen auf die Wirkungen der Eisgänge, die sich unstreitg nach demjenigen Ufer mehr hinziehen werden, längs welchem die Oberfläche des Flusses niedriger, als längs dem entgegengesetzten ist, schliefsen können. Ferner sollte ein solches Nivellement bey solchen Queerschnitten vorgenommen werden, welche zur Bestimmung der Geschwin-

digkeiten und zu der Berechnung der Wassermenge dienen. Vorzüglich sollte das Abwägen solcher Profile deswegen bewerkstelligt werden, damit die Neigung der Oberfläche, welche eine Folge von dem Abhange und der Lage der Stromrinne ist, und die einem sehr wesentlichen Einflufs auf die Abwechslung der Geschwindigkeit hat, mit mit eben dieser Abwechslung der Geschwindigkeiten verglichen werden könnte, so wie es auch, zu einer genauern Berechnung der Profile führen würde.

Diese in Hinsicht der Wissenschaft vorzunehmenden Messungen müfsten ebenfalls bey mehreren Wasserständen wiederholt werden, um daraus zu erfahren, in wie fern der hohe oder niedriga Stand des Stromes einen Einflufs auf die Senkung von dessen Oberfläche hat.

§. 115. Nachdem die Nützlichkeit und Nothwendigkeit des Nivellirens gezeigt ist; so wird es wohl die natürlichste Ordnung seyn, ein Instrument zu beschreiben, mit welchem der verlangte Zweck zum sichersten erreicht werden kann.

Dasjenige, welches von allen bisher bekannt gewordenen, zum Gebrauche am bequemsten zu seyn scheint, ist von dem sehr geschickten Hofmechanikus Schröder in Gotha angegeben und verfertigt, und von mir angekauft worden, Es ist Fig. 1. Tab. 19. so dargestellt, dafs die Zeichnung genau um die Hälfte kleiner, als dasselbe ist, wornach also die Gröfsen aller einzelnen Theile ausgemessen werden können.

A A (Fig. 1.) ist eine, aus einem Stücke gegossene, messingene Röhre. In b befindet sich das convexe Objectiv, das durch die zur Seite angebrachte Schraube dem Ocular-Glase in a für Kurzsichtige etwas näher gerückt, oder auch für Fernsichtigere, etwas mehr davon entfernt werden kann. Das ebenfalls convexe Ocular-Glas in a sitzt in einer kleinen, besondern Röhre, die aus dem, an der gröfsern Röhre, angeschraubten, unbeweglichen Ansatze f f, gleichfalls nach der Beschaffenheit der Augen, herausgezogen werden kann. Beyde, das Ocular- und auch das Objectiv-Glas, können durch kleine messingene Cappseln gegen das Eindringen des Staubes geschützt werden. An dem einem Ende der Röhre A A, nach dem Oculare zu befindet sich ein Glas, worin zwey Durchmesser, senkrecht auf einander geätzt sind. Dieses Glas kann durch kleine Schrauben, wovon eine in c zu sehen ist. genau gerichtet werden. Unten an dieser Röhre ist, vermittelst C C und D D (die durch kleine Platten und Schrauben an dieselbe befestigt sind) eine kleine messingene Röhre B B, und in dieser wieder ein gläserner Cylinder, so angebracht, dafs die messingene Röhre durch eine Schraube E um das, am andern Ende befindliche Gewinde gedrehet werden kann. Der gläserne Cylinder, e e, ist von der messingernen Röhre B B ganz bedeckt, einen Theil ausgenommen, welchen man, durch eine in diese Röhre angebrachten Oeffnung e e sieht. Der an beyden Enden hermetisch verschlossene Cylinder ist beynahe ganz mit Weingeist, und der übrige kleinere Theil mit Luft angefüllt. Die messingene Röhre B B mufs, vermittelst der Schrauben D D und E, so gestellt werden, dafs die optische Axe des Fernrohrs horizontal ist, wenn die äufsersten Enden der in den gläsernen Cy-

linder geschlossenen Luftblase, von gewissen, auf dem Glase bemerkten Abtheilungen, gleich weit entfernt ist.

Die bisher beschriebenen beyden Röhren, ruhen auf zwey Trägern F F und F F, die sich oben in einen runden Bügel F G und F G endigen. Der Durchmesser dieser Bügel ist so grofs, dafs sie das Rohr A A ganz umschliefsen, welches noch darin beweglich ist. Diese Bügel können geöffnet werden, da sie sich alsdann um das Gewinde z (Fig. 2.) in zwey Hälften theilen, die in g, durch einen kleinen Stift verschlossen und geöffnet werden können, so dafs das Rohr A A auf diese beyden Stützen gebracht, und wieder weggenommen werden kann. In jedem der beyden untern, unbeweglichen Halbkreise dieser Stützen, sind zwey gerade ausgehende, etwas über die innere Zirkel-, oder eigentlich, über die Cylinder-Fläche hervorragende Stücke Metall angebracht, worauf das Rohr A A ruht, und die dasselbe also tangiren. Diese Vorkehrung dienet dazu, um desto gewisser zu seyn, dafs die Lage der optischen Axe, wenn das Rohr um die seinige gedreht wird, sich nicht verändere. H H und I I (Fig. 1.) sind zwey messingene Lineale, wovon das obere um ein Gewinde k beweglich ist. M M ist ein kleiner Gradbogen mit einem Minuten anzeigenden Vernier. W und X sind zwey, vermittelst Schrauben an den beyden Linealen befestigten Stücke Metall, wovon das obere W, an die nach einem durch den Halbmesser K L (aus K) beschriebenen Kreisbogen gekrümmte Micrometer-Schraube L befestigt ist. Diese Schraube geht auch durch den Ansatz X, welcher deshalb mit einer Schraubenmutter versehen ist. Eine Vorrichtung, vermittelst welcher dem Lineale H H, also auch dem Rohre A A eine jede kleine Erhebung gegeben, oder womit es vollkommen horizontal gestellt werden kann. An das untere Lineal I I ist noch eine zirkelförmige Platte h h (Fig. 2.) befestigt, durch welche sowohl, als durch die Platte k k vier Schrauben l l gehen.

Diese Theile des Nivellir-Instrumentes können in einen besondern Kasten eingepackt werden. Die übrigen nachfolgenden Theile bleiben auch wieder zusammen, und sind auf ein eigentliches Stativ R R S (Fig. 2.) befestigt, welches gleichfalls von R bis S in einem eigenen Kasten verwahrt werden kann. Alles aber, ausser dem Stativ, kann auch in *einem* mit Leder überzogenen und an einem Tragriemen befestigten Kasten, worin von Holz verfertigte und nach der Form der Instrumenttheile gemachten feste Unterlagen liegen, eingelegt werden.

Auf das Stativ ist eine messingene Scheibe V V (Fig. 2.) mit dem messingenen Ansatze W W festgeschraubt. In dem Ansatze W W geht die Nufs P, die darin beweglich ist. P T n V ist aus einem Stücke, gleichfalls von Messing; n ist eine Scheibe. Die beyden Scheiben k k und m m sind durch den hohlen Cylinder N N (Fig. 2.), der um V geht, und denselben einschliefst, verbunden. Wenn der obere, schon beschriebene Theil des Instruments, mit der Scheibe h h auf die eben erwähnte Scheibe k k, vermittelst vier einander gegenüber stehenden Schrauben l l, befestigt wird, so kann das Rohr hierdurch auf die Platte n horizontal gedreht werden. p ist ein mes-

singenes Futteral, an das die Schraube r r befestigt ist; das andere Ende der Schraube geht durch eine Schraubenmutter x, die durch eine Platte y unten an die Scheibe n fest gemacht ist, und wodurch dieses Futteral näher und ferne von m m gestellt wird Die Platte y theilt sich der Länge nach in zwey, nach Art der Schwalbenschwänze, ausgeschnittenen Arme, zwischen denen eine schmale Fortsetzung des Futterals p aus - und ein geschoben werden kann. Dieses Futteral umschliefst einen Theil einer Schraube ohne Ende, die durch ihre an beyden Seiten dieses Futterals hervorstehende Enden q gedreht werden kann. War dieses Futteral p, bey der ungefähren Stellung des Rohrs nach dem Gegenstande, den man betrachten will, von m m entfernt, so wird es jetzt vermittelst r r hinangeschraubt, wo alsdann die Schraube ohne Ende in die gezähnten Ausschnitte der Scheibe m m, oder eigentlich des kurzen Cylinders m m, auf seiner krummen Fläche, eingreift, wodurch alsdann die Richtung des Rohres festgestellt, dann aber die feinere horizontale Bewegung, vermittelst des Drehens der Schraube ohne Ende in q, bewerkstelliget wird. Dieses Instrument Anfangs horizontal zu stellen geschieht durch vier, ins Kreuz gegen einander überstehende Schrauben t t, die sich in die Platte v v und in das Stativ R R weiter herausheben uud hinein schrauben lassen. Sie stofsen an die von ihnen getragene Platte n n und heben dadurch das ganze Instrument um die Nufs P, je nachdem es die Horizontalstellung erfordert. Die genaueste Stellung in eine horizontale Lage, wenn man es nicht mittelst den Schrauben leicht sollte erreichen können, kann durch die Micrometer - Schraube L L Fig. 1. geschehen; womit auch die Vertical - Bewegung bewerkstelliget wird, wenn man das Rohr unter einem gewissen nicht zu grofsen Winkel, gegen den Horizont neigen will,

§. 116. Um diefs Instrument zu rectificiren, das ist den unter c liegenden Punct wo sich die beyden Qnerschnitte kreuzen, in die Axe des Fernrohres A A auch dann zu bringen, wenn das Instrument in seinen Theilen nicht genau rectificirt, folglich die Axe des Fernrohres nicht mit der Luftblase oder der Libelle B B parallel ist, spanne man in einiger Entfernung, etwa 300 bis 400 Fufs, einen Bogen weifses Papier auf eine Wand odor Tafel, und lasse durch jemand den Punct bemerken, der gerade auf den Durchschnitt der beyden Querfäden fällt. Diesen Punct bezeichne man mit Nro. 1.; hierauf drehe man die Röhre A A 90 Grad um ihre Axe, und lasse den Punct No. 2. wieder bemerken, der alsdann mit diesem Striche überein kömmt; so mache man es auch bey der Umdrehung von 180° und 270°, wodurch man die Puncte No. 3. und No. 4. bekömmt. Hierauf ziehe man Linien von No. 1. zu No. 3. und von No. 2, zu No. 4, bemerke den Punct, in welchem diese beyden Linien sich schneiden und stelle die Kreuzfäden vermittelst den Schrauben bey c so, dafs ihr Durchschnitt, bey unveränderter Lage des Rohres, auf den der Linien auf dem Papiere, fällt. Zur Sicherheit wiederhole man diefs Verfahren, und wo etwa gefehlt seyn möchte, helfe man nach, bis der Punct bey der ganzen Umdrehung des Rohrs, sich nicht mehr ver-

ändert. Wäre diefs aber gar nicht zu erreichen, welches man gleich dadurch erkennen kann, dafs die puncte No. 1, 2, 3, 4. bey einem genauen verfahren nicht in einen Quadrant zu liegen kommen, so mufs der Fehler an dem Rohre liegen, indem dasselbe an jenen *aufliegenden* stellen nicht ganz rund ist, und alsdann mufs dem nachgeholfen werden.

Der Beweis dieses verfahrens ist dieser: a (Fig. 3. tab. 19.) sey die Axe des Rohrs; b^1 der schnitt der beyden querfäden in der ersten Lage; so wird dieser Punct b^1 einen Zirkel um a beschreiben, der in der zweyten Lage in b^2, in der dritten in b^3, und in der vierten Lage in b^4, und also jedesmahl um einen Quadranten des Zirkels von der vorigen Lage entfernt seyn wird. Der Durchschnitt der beiden Durchmesser b^2 b^4 und b^1 b^3 ist in a, oder in der Axe des Rohrs.

Die zweyte Berichtigung, die Libell parallel mit der Axe des Fernrohres zu stellen, läfst sich am besten, bey stillem heiteren wetter, an einem etwas grofsen still stehenden wasser verrichten, bey dem man nämlich versichert seyn kann, dafs dessen oberfläche wirklich horizontal ist. Man schlage zu dem Ende an einem orte, von wo aus visirt werden soll, sowohl, als auch da, wohin man visiren will, einen kleinen Pfahl, der oben recht platt ist, dergestalt in das wasser, dafs seine obere Platte genau in der oberfläche des wassers ist. Die wasserwage stelle man nun so, dafs die Höhe der Axe des Fernrohrs über diesem Pfahle, oder über der oberfläche des wassers, genau gemessen werden könne. Diese Höhe + der Höhe = a, die auf dieser Distanz wegen der Krümmung der Erde entsteht, werden an einem Pfahl bemerkt, der senkrecht auf dem andern im wasser eingeschlagenen kleinen Pfahl gehalten wird. Man richte nun das Rohr so, dafs dieser auf dem aufrecht gehaltenen Pfahl bemerkte Punct genau in den Querschnitt der beyden Kreuzfäden bey c (Fig. 1.) kömmt. Hat man dieses, d. h. ist das Fernrohr wirklich horizontal, so stelle man auch die Libell durch die schraube D D und F, dafs die Luftblase die bestimmte Lage einnimmt. Da wo aber ein solches stillstehendes wasser nicht vorhanden ist, mufs man sich eines andern Mittels zu dieser Berichtigung bedienen. Man stelle die Libelle beyläufig mit dem Rohre parallel, und richte hierauf das Rohr so, dafs die Luftblase die bestimmte Lage annimmt. Hierauf nehme man das Rohr heraus, und lege es so, dafs b in a und a in b kommt. Bleibt die Blase unveränderlich stehen, so hat man es getroffen; ist aber diefs nicht, so stelle man, bey unveränderter Lage des Rohres, durch E, und durch die schraube D D die Libell auf die weise, dafs die Luftblase den halben Durchschlag, den sie bey der umlegung gemacht hat, wieder zurück weicht. Ist die Libell vollkommen, d. h. macht sie bey einer m fachen Neigung auch die m fache Abweichung von der ersten Lage, als bey einer einfachen Neigung gegen den Horizont, und hat man die Theilung des Ausschlages der Luftblase so genau in zwey Hälften theilen können: so ist das Instrument berichtiget. Man überzeugt sich hievon, wenn

man das ganze Verfahren noch einmal macht, und das etwa noch Fehlende nachhilft. Die Gründe dieses Verfahrens beruhen auf folgender Betrachtung:

Es sey A B (Fig. 4. Tab. 19.) die Lage der Axe des Rohres; C D die Lage der Libelle, oder die Oberfläche der Flüssigkeit in der Röhre, und also horizontal; A B und C D verlängert schneiden sich in E; dieſs ist der Winkel um den, bey der ungefähren Stellung der Libelle, gefehlt wurde. Bey der Umlegung des Rohres, wobey A nach B und B nach A kommt, wird die Lage der Libelle c d und f d = g D, so wie g C = f C seyn. c d verlängert, scheidet das Rohr in G, wobey der Winkel D E f = d G f = d c C = c C F = c d D = h d D ist, wenn man c F und d h parallel mit C D zieht. Der Durchschlag der Luftblase hängt ab von der Neigung der Libelle d c F = 2 D E f. Führt man demnach den Durchschlag durch die Stellung der Libelle auf die Hälfte zurück; so theilt man dadurch auch den Neigungswinkel der Libelle gegen den Horizont, so daſs sie in die Lage C c oder auch D d kommt, und also parallel mit der Axe des Fernrohres ist.

Dieses Verfahren ist bequem, und kann im Zimmer verrichtet werden. Genauer aber wird die Berichtigung auf dem Felde folgendermassen angestellt werden können:

Man schlage in einer bestimmten Entfernung A B (Fig. 5.) zwey Pfähle ein, die oben eine kleine ebene Fläche haben. Der scheinbare Horizont weiche, in der Entfernung A B, von dem wahren Horizont um eine Gröſse = a ab. Das Instrument stelle man in A; die Erhebung A G der Axe des Fernrohres über A sey = b; das Rohr sey so gestellt, daſs die Blase die bestimmte Lage habe; B D die Erhebung des Punctes D, dessen Strahl in dem Schnitte der Querfäden fällt, sey = c. Setzt man nun die wahre Erhebung des Punctes B über A = f; so ist, wenn C D scheinbar horizontal ist, f = b — c + a. Hierauf stelle man das Instrument in B, und die Erhebung B E der Axe des Rohres sey = d; und die Entfernung des correspondirenden Punctes in F von A sey = e; so ist aus demselben Grunde f = e — d — a. Beyde mahl kann darin gefehlt seyn, daſs die als horizontal angenommene Lage des Rohres es nicht war; was aber f hierdurch das eine mahl zu groſs angegeben wurde, gerade um so viel muſste es das andere mahl zu klein werden, folglich ist eigentlich

$$f = \frac{b - c + a + e - d - a}{2} = \frac{b + e - c - d.}{2}$$

Die Erhebung eines Punctes über A; der mit E in einer Horizontal-Ebene liegt, ist demnach

$$= d + f = \frac{b + d + e - c.}{2}$$

Liegt nun G in dem scheinbaren Horizont von E, so ist

$$A\,G = \frac{a + b + d + e - c.}{2}$$

$$\text{und } F\,G = \frac{a + b + d - e - c.}{2}$$

G fällt unter F, wenn dieser Ausdruck positiv, und oberhalb dasselbe, wenn er negativ ist. Diesemnach mufs also G aus F bestimmt werden. Das Instrument wird nun auf G gerichtet, und alsdann die Libelle so gestellt, dafs die Luftblase darin die bestimmte Lage einnimmt.

Zur Berechnung der Abweichung des scheinbaren Horizonts von dem wahren, stelle man sich vor: A B (Fig. 6.) sey ein Kreisbogen, dessen Halbmesser A C der Halbmesser der Erde sey; A D sey eine Tangente an A, so ist diefs der scheinbare Horizont für das Auge in A, und B D die Abweichung des scheinbaren vom wahren Horizonte. Diese zu bestimmen, sey die Länge A B = a; der Halbmesser A C = B C = r; so ist (b) die Secante

$$\text{C D} = r + \frac{a^2}{2r} + \frac{5\,a^4}{24\,r^3} + \frac{61\,a^6}{720\,r^5} + \frac{277\,a^8}{8064\,r^7} \ldots\ldots$$

und also ist

$$\text{B D} = \frac{a^2}{2\,r} + \frac{5\,a^4}{24\,r^3} + \frac{61\,a^6}{720\,r^5} + \frac{277\,a^8}{8064\,r^7} \ldots\ldots$$

Wenn man annimmt, dafs a sehr viel kleiner als r ist; so wird es genug seyn, von diesem Ausdrucke nur das erste Glied beyzubehalten, und die folgenden aus der Acht zu lassen. Lambert, in seinen Beyträgen zu Picards Abhandlung vom Wasserwägen S. 230., berechnet, dafs das zweite Glied dieser Reihe, wenn man $a = \frac{1}{60}$ r, oder ungefähr einen Grad setzt, nur 4 Zoll mehr beträgt und also alsdann schon füglich, so wie für jede kleinere Entfernung noch eher aufser Acht gelassen werden kann. Und demnach kann man B D $= \frac{a^2}{2r}$ setzen. Die Abweichungen des scheinbaren Horizonts vom wahren, verhalten sich also wie die Quadrate der Entfernungen; bis zu welchen hinaus nivellirt wird. Wer sich über diesen Gegenstand weiter unterrichten will, den verweise ich auf La nouvelle Architecture - hydraulique par Prony, übersetzt von Langsdorf und Lamberts Zusätze zu Picards Abhandlung vom Wasserwägen.

§. 117. Zur Vollziehung der Nivellements bedient man sich an Stäben beweglicher Tafeln, (Visirtafeln) genannt. Eine solche Vorrichtung giebt Mayer in seiner Geometrie 3. Th. §. 379. an. a b (Fig. 8. Tab. 19.) ist ein etwa 8 Schuh langer, viereckiger prismatischer Stab, von gutem festen Holze, unten bey b mit einem eisernen Beschlage versehen, und von b nach a herauf, genau in Schuhe, Zolle und Linien eingetheilt. c d ist ein anderer, etwa eben so langer Stab, gleichfalls von c nach d herauf in Fufse, Zoll und Linien eingetheilt. Dieser Stab c d, mufs sich vertical an dem erstern a b herauf und hinab schieben lassen. Es befinden sich daher daran einige eiserne Bänder g, g, wodurch man den ersten Stab stecken und längs demselben den 2ten herauf und herab schieben kann. Durch diese Bänder gehen bey g g ein paar Schrauben um den Stab c d an den Stab a b, in jeder Erhöhung, fest anhalten zu können. Der Stab c d ist bey l mit einem zureichend langen Brette versehen, worauf eine Linie m n parallel mit c d gezogen ist, über den man ein Senk-

bley hängen läfst, c d in eine verticale Stellung zu bringen. Bey d ist eine viereckige Tafel angebracht, die halb schwarz und halb roth (*) mit Oehlfarbe angestrichen wird, so dafs die Grenze d r zwischen Schwarz und Roth, auf c d senkrecht stehe. Die Grenze d r kann man nun durch Erhöhung oder Erniedrigung des Stabes c d längs dem Stab b a in eine solche Höhe über dem Boden bringen, dafs die Visir-Linien der Wasserwage, oder die dadurch erhaltene horizontale Richtung, genau auf d r treffe. Weil sich aber die Tafel d nicht ganz auf den Boden bringen läfst, sondern, wenn das untere Ende c des Stabes c d den Boden berührt, die Tafel d noch um die ganze Höhe des Stabes c d über dem Boden erhaben ist, da ferner der Zielpunct der Wasserwage weit tiefer treffen könnte, als die Tafel d alsdann über dem Boden erhöhet wäre, so mufs der Stab c d an seinem untern Ende noch mit einer ähnlichen Tafel u x versehen seyn, und dann wird man entweder die eine oder die andere Tafel, durch Verschiebung des Stabes c d in den Zielpunct der Wasserwage bringen, und nun längs den Abtheilungen der Stäbe, die Entfernung von u x oder von d r über dem Boden messen können. Die Abtheilungen auf dem Stabe b a werden von b, wo der eiserne Beschlag zu Ende ist, angerechnet; die Abtheilungen auf c d werden aber zwischen u x und d r, am bequemsten so gemacht, dafs die Anzahl Fufse, womit der Stab a b in a aufhört, von d an bis herunter nach u in einem fort zählt. Ist der Stab a b, z. B. 8 Schuh lang, so kommt einen Schuh unter d 9; 2 Schuh darunter 10, u. s. w. zu stehen.

Die Abtheilung, welche bey dem Gebrauche eines solchen Stabes neben a auf den Stab c d steht, zeigt alsdann die Höhe des Visir-Punctes d über dem Boden. Wäre aber der Visir-Punct auf die untere Tafel u x gefallen, so hat man die Höhe über dem Boden so gleich längs der Abtheilung b a.

Diese von Mayer angegebene Vorrichtung habe ich folgendermassen verändert und mit Erfolg nicht nur selbst gebraucht, sondern von vielen Ingenieurs gebrauchen lassen. Dieselbe ist auf dem zu dieser Seite gehörigen Kupfer A dargestellt. In dem hohlen viereckigen Stabe 1. (Fig. 1.), der vorne in Schuh, Zoll und Linien eingetheilt ist, wird ein zweiter hohler Stab 2. heruntergelassen; in dem Gehäuse dieses ein dritter 3., und in dem Gehäuse dieses leztern ein vierter 4. Um diese Stäbe festzustellen, wenn die Visirtafel e e, dem Niveau gemäfs, richtig gestellt ist, wird in der, den obern Theil eines jeden Stabes umfassenden messingenen Platte eine Stellschraube t u v (Fig. 2, angebracht. Die drei letztern Stäbe, wovon No. 4. nicht hohl ist, haben vorne eine messingene Platte h, worauf die Eintheilung des Maafses steht, und die mit der Eintheilung des Stabes 1. fortläuft. Auf der andern Seite dieser vordern Fläche sind die Stäbe mit einer messingenen, gezahnten, zwey Linien dicken Stange a Fig. 1. u. 5 ver-

(*) Wird die Visir-Tafel halb schwarz und halb weifs angestrichen, so hat man Mühe die Theilung (S. S. 166. zu erkennen, und insbesondere, wenn längs einem Flusse nivellirt wird, wo die zitternde Bewegung der Luft von dem Wasser verstärkt wird.

sehen. Wenn man auf dem eisernen viereckigen stift k k k Fig. 2., (die diese vorrichtung von der seite darstellt) an dem ein, in den Kapseln b c d Fig 1. liegendes Getriebe y Fig. 5. verbunden ist, den schlüssel i Fig. 2. steckt, so kann das Getriebe gedreht werden, welches, indem es in die zähne a der stange eingreift, den obern stab hinauf oder hinab bewegt. Auf diese weise kann man die stäbe 2. 3. und 4. Fig. 1. hinauf schieben, so dafs sie eine Höhe von 17 schuh, bis zur Linie e e der visirtafel, machen. Hieraus entsteht eine grofse Bequemlichkeit, indem nämlich die gewöhnlichen visirstangen diese Höhe entweder nicht haben, oder dabey immer niedergebogen werden müssen, um die Tafel hoch und niedrig zu stellen, sobald diese höher, als ein Mann reichen kann, gestellt werden mufs. Fällt aber die Horizontallinie oder die Axe des Niveaus unter dem 2ten stabe: so ist auf dem 1ten eine Tafel g angebracht, die daran mit einer schraube l Fig. 4., die diese Tafel rückwärts zeigt, angeschraubt wird, von welcher Tafel der observirende Ingenieur die obere oder untere Kante annimmt. Die Tafel ist aber an das, den stab umgebende eiserne Band p befestigt. Damit dieselbe so hoch gestellt werden könne, um das Maafs des zweyten stabes zu erreichen, so ist darin eine Oeffnung m eingeschnitten, wodurch die schlüssel i und stifte k (Fig. 2.) gehen. In diesem Falle werden die drey obern stäbe dergestalt in einander geschoben, wie es Fig. 3. zeigt. Die 4te Figur zeigt die visirtafel rückwärts. Daran ist ein eisernes Band q q, welches unter die winkelbänder r s liegt, befestigt, durch dessen Mitte geht die schraube f, mit welcher das eiserne Band q q an den obern stab 4. angedruckt wird. Noch mufs bemerkt werden, dafs der untere stab 1. Fig. 1. unten mit einer messingenen Platte z umgeben ist, damit das Ganze genau auf den Boden, oder in eine, mit einer eisernen spitze, die in das Erdreich geschlagen wird, versehene Hülse w gestellt werden kann. Zwey solche stäbe haben mir 95 fl. gekostet.

§. 118. Hat man nun die Höhe der Mittellinie von der visirtafel über dem Boden genau bemerkt, und auch die Höhe der Axe des Rohrs gemessen; so erhält man, nachdem man diese Höhen von einander subtrahirt und den scheinbaren Horizont sowohl in Rücksicht der Krümmung der Erde, als auch, wenn die gemessene Distanz A B (Fig. 6. Tab. 19.) so beträchtlich ist, in Rücksicht der Refraction, auf dem wahren Horizont reducirt hat, das Gefäll des einen Punctes zum andern.

Ist die strecke, längs welcher nivellirt werden soll, für eine station zu grofs; so theile man sie in mehrere und wiederhole auf diese Art dasselbe verfahren so oft, bis man damit zu Ende ist.

§. 119. In der Ausübung mufs sich der Ingenieur solcher Methode bedienen, die ohne weitläuftige Berechnungen ein sicheres Resultat giebt. Diese besteht nun in dem Nivelliren aus der Mitte nach zwey visirtafeln. Da sich dabey, wenn diese Tafeln beynahe auf gleichen Entfernungen von dem zwischen denselben gestellten Instrumente stehen, selbst die Fehler des Instrumentes aufheben, so gibt sie sogar bey einem man-

gelhaften Instrumente dennoch ein richtiges Nivellement, wobey die Krümmung nicht in Betracht kömmt.

Es sey C Fig. 9. Tab. 19. der Mittelpunct der Erde; A B ein Stück ihrer Oberfläche; A D der wahre Horizont; B D also das gesuchte Gefäll von A zu B; I ein Punct in der Mitte zwischen A B; da A B so wenig von A D abweicht, so theilt die Vertical-Linie C I K auch A D, so wie den Winkel A C D in gleiche Hälften. In K sey der Mittelpunct der Axe des Fernrohres; H K E eine Horizontal-Linie. Bey der Berichtigung, die Libelle mit der Axe des Rohres parallel zu stellen, sey ein Fehler begangen, so daſs, wenn dieselbe horizontal steht, die Axe des Rohres mit dem Horizonte einen Winkel F K E mache. Bey der Umdrehung des Instruments, nach H zu nivelliren, bleibe die Libelle horizontal, so wird der Winkel G K H, den auch hier die Axe des Rohres mit dem Horizonte macht $=$ F K E; und G K C $=$ F K C, folglich A G $=$ D F seyn. C und M seyen eigentlich die Puncte, welche das Auge in K, wegen der Strahlenbrechung in F G sieht, so ist F L $=$ G M: und das Gefäll von A bis B $=$ B F — A G erhält man also, wenn aus der Mitte K nivellirt wird, unmittelbar.

Wenn nichts als das Gefäll zwischen A und B, nicht etwa auch die Entfernung zu wissen verlangt wird, so hat diese Methode zu nivelliren, noch die groſse Bequemlichkeit, daſs nicht einmal die Entfernungen A I und I B gemessen, sondern nach Schritten hinlänglich genau bestimmt werden können. Herr Hofrath Mayer berechnet den Fehler (*) der dadurch begangen werden kann, wenn I K nicht genau in der Mitte ist. Man setze den Winkel A C I $= \beta$; D C I $= \alpha$; A H $=$ h; B E $=$ H; den Halbmesser C A $=$ z; C B $=$ x; so ist C K $= (z + h) \cos. \beta = (x + H) \cos. \alpha$.

Es sey $\beta = \alpha + \gamma$; so hat man $(z + h). \cos. (\alpha + \gamma) = (x + H). \cos. \alpha$.

Nun ist $\cos. (\alpha + \gamma) = \cos. \alpha \cos. \gamma - \sin. \alpha \sin. \gamma$, da aber γ begreiflich sehr klein wird, so ist $\cos. \gamma = 1$, und $\sin. \gamma = \gamma$ anzunehmen; man erhält also

$$(z + h). (\cos. \alpha - \gamma \sin. \alpha) = (x + H). \cos. \alpha$$

$$\text{oder } z + h - x - H = \gamma (z + h) \frac{\sin. \alpha}{\cos. \alpha}$$

oder $z - x = H - h + \gamma (z + h) \text{ tang. } \alpha$. Weil h gegen z unendlich klein ist, und der Winkel α beym Nivelliren auch immer nur sehr klein seyn wird, so daſs man, ohne einen merklichen Fehler zu begehen, die Tangente α dem Bogen α gleich setzen kann; und nimmt man ferner $\alpha = m \gamma$, so wird dieser Ausdruck $z - x = H - h + z m \gamma^2$ oder (Fig. 9.) D B $=$ B E — A H $+$ C D m γ^2

Den Fehler, den man also begeht, wenn man annimmt, daſs I K in der Mitte sey, ist dieser, daſs man das Gefäll D B um C D m. γ^2 zu klein erhält.

Das, dem Bogen A B $= \beta + \alpha = 2 \alpha + \gamma = (2 m + 1) \gamma$, wegen der Krümmung der Erde zugehörige Gefäll ist $= \frac{CD (2m + 1) 2 \gamma^2}{2}$ Setzt man dieses $=$ g,

(*) 3 Thl. §. 373.

folglich $\gamma^2 = \frac{2g}{CD(2m+1)^2}$; so wird der Fehler CD m γ^2, den man begeht =
$= \frac{2gm}{(2m+1)^2}$ seyn.

Man setze die Entfernung AB (die man ohne Fehler dem Bogen AD gleich setzen kann) sey = 2000 Pariser Fuſs, so ist g = 0,1018 Fuſs; ferner AI sey = 1050; und BI = 950; also $\gamma = \frac{\alpha + \beta}{20}$; mithin 2m + 1 = 20, und m = $\frac{19}{2}$ = 9,5: so erhält man für den Fehler $\frac{2gm}{(2m+1)^2} = \frac{19.0,1018}{400}$ = 0,0048 Pariser Fuſs, also ungefähr 0,7 Linien; d. h., wenn man bey dem Schritte zählen sich nicht getraut, die Hälfte genauer als bis $\frac{1}{20}$ der ganzen Länge treffen zu können, so bleibt man in der Ungewiſsheit, einen Irrthum von 1 Secunde begehen zu können. Dieſs ist ein Fehler, für den man auch bey der gröſsten Sorgfalt wegen anderer Ursachen schwerlich wird einstehen können.

Zur Untersuchung, in wie fern man mit dem beschriebenen Instrumente der Wahrheit nahe kommen kann, wurde folgender Versuch angestellt. In einer Entfernung von 47 Ruthen = 81216 Linien von dem Niveau wurde ein Punct bemerkt, der in dem Durchschnitte der Kreuzfäden im Fernrohre erschien, als dieses horizontal stand. Hierauf wurde das Rohr vermittelst der Micrometer-Schraube so viel verrückt, daſs die Luftblase in der Röhre um vier Abtheilungen an der Libelle abgewichen war, und der Punct wieder bemerkt, der in dieser Lage des Rohres in dem Schnitte der Kreuzfäden erschien. Dieser Punct war 3 Zoll 7 Linien = 43 Linien höher oder niedriger als der erste, nachdem das Instrument höher oder niedriger gestellt wurde. Nun hält es nicht schwer, auch die Abweichung der Luftblase um $\frac{1}{5}$ einer solchen Abtheilung, also $\frac{1}{20}$ der ganzen Veränderung, die hier mit dem Rohre vorgenommen wurde, zu bemerken, welche alsdann in einer gleichen Entfernung eine Erhebung oder Erniedrigung von 2,15‴ verursachen würde. Nimmt man diese Veränderung für den Bogen selbst, mit dem Halbmesser = 81216 Linien beschrieben, und setzt diesen = 1; so ist dieser Bogen in Theilen seines Halbmessers ausgedrückt = $\frac{2,15}{81216}$ = 0,000026, der beynahe einem Bogen von 5,45 Secunden zugehört und den man also wohl nicht mehr mit Instrumenten anzugeben im Stande wäre. Eine gleiche Ungewiſsheit findet auch Lambert (*). Die Grenzen der Fehler für die man wohl schwerlich mehr einstehen könnte, würden also 6 bis 7 Secunden seyn. Dieſs kömmt aber alles auf die Güte der Libelle an, welche besonders gut ausgeschliffen seyn muſs. Das Kalibriren und Ausschleifen solcher Libellen beschreibt Mayer (**). Die Luftblase noch empfindlicher zu machen, wäre es vielleicht gut, statt der Luftblase, nach dem Vorschlage des Herrn Prof. Schmidt, eine Luftleere darin entstehen zu machen.

(*) Beyträge zu Picards Abhandlung vom Wasserwägen.

(**) Practische Geometrie 2. Th. §. 353.

§. 120. Noch eine vorsicht, die man bey dem Nivelliren zu beobachten hat, mufs hier erwähnt werden. Es kann nämlich die ungleiche Erwärmung der Luft auf einer station, einen unterschied in den Resultaten geben.

Fig. 10. Tab. 19. stellt nämlich ein Profil am grofsen woog (ein in der Nähe von Darmstadt liegender Teich) d. i. in der Nähe eines stillstehenden wassers dar. A B ist eine ziemlich hohe, weifs überworfene Mauer; C D eine Fufsbank, und A R sind weinberge hinter dieser Mauer; D E ist flaches Ufer; E F G die oberfläche des wassers; H I ein hoher Damm von Erde mit Bäumen bepflanzt, hinter welchem die sonne hervorschien, den schatten H F machte, und an der andern seite von der weifsen Mauer A B so heftig zurück prallte, dafs die Hitze hier sehr grofs war, wodurch die Luft an dieser seite des woogs so viel elastischer, und folglich auch dünner, als an der seite des Dammes war. Die Beobachtung geschah mit meinem genau berichtigten schröderschen Instrumente, folgender Gestalt: In E und G, 47 Ruthen von einander entfernt, wurden kleine, oben platte Pfähle genau bis zur oberfläche des wassers eingeschlagen, hierauf das Instrument in E horizontal gestellt; die Höhe der Axe E K gemessen, und diese, wegen des scheinbaren, zum wahren Horizont reducirt. von G bis M abgetragen. Der Punct L aber, der in der Axe des Rohres erschien, war 3,75 Linien darunter. Der versuch wurde mehrere mahl wiederholt, und gab jedes mahl, ohne die geringste Abweichung, dasselbe Resultat. Auf eine gleiche weise wurde von G nach K wiederholt hinüber gewogen, und der Punct S, der in der Axe des Rohres erschien, war jedes mahl 5,25 Linien niedriger, als K. Rechnet man nun auch, dafs mit dem Instrumente, wie wir oben gefunden haben, nur eine schärfe bis zu 2,15 Linien angegeben werden könne (und diese schärfe darf hier zuverläfsig angenommen werden, da dafs verfahren nicht blofs mit aller möglichen sorgfalt gemacht wurde, sondern auch bey wiederhohlungen dieselben Resultate gab); so bleibt jene Erniedrigung von E zu G = 3,75 — 2,15 = 1,6 Linie, und die von M nach K = 5,25 — 2,15 = 3,1 Linie; und diese beyden Erniedrigungen wären also die wirkungen der strahlenbrechung wegen der verschiedenen Erwärmung der Luft. Von dieser wirkung einen ungefähren Begriff sich zu machen, wird die vorstellung dienen, dafs unendlich dünne Luftschichten parallel mit F H von gleicher Dichtigkeit waren, wefshalb, wie wir vorne gesehen haben, der Lichtstrahl in einer krummen Linie zu dem Auge kommt. Für die Erscheinung wird es gleichviel seyn, die ganze Brechung in der scheidung des Lichtes und des schattens bey F H anzunehmen, so dafs der strahl eines leuchtenden Punctes L, nicht nach der geraden Linie L N O fortgeht, sondern in N gebrochen wird, und hier, weil er in ein dünneres Mittel kommt, von dem Perpendikel P N auf die brechende Fläche, sich entfernt, und nach der geraden Linie N K zu dem Beobachter in K kommt, dem also der Punct L in M erscheint. Eben so scheint dem Auge in M der Punct S in K zu seyn. Da die bey-

den Winkel M N L und K N S sich gleich seyn müssen, so war für die Entfernung K N = x des brechenden Punctes N

$31 : 16 = x : 47^\circ - x.\ 47\,x = 31,\ 47^\circ$ oder $x = 31$ Grad.

Eine Schwierigkeit anderer Art verursacht bey dem Nivelliren die zitternde Bewegung der Luft bey starkem Sonnenscheine, welches besonders über dem Wasser statt hat, wodurch die Bilder in dem Rohre eben eine solche zitternde Bewegung annehmen. Diefs mag, gröfsten Theils wenigstens, von der Auflösung des Wassers, das in Dämpfe aufsteigt, herrühren. Eben diese Erscheinung macht es nothwendig, dafs die Visir-Tafeln roth und schwarz und nicht weifs und schwarz angestrichen seyn müssen. Die Erfahrung hat mir gelehrt, dafs längs Flüssen, wenn die Sonne auf den Wasserspiegel scheint, das Weifse sehr täuscht.

Endlich mufs ich noch bemerken: dafs das vorne beschriebene Schrödersche Instrument dem von Chézy angegebenen und bey dem Ingenieur-Corps des Brücken- und Chausseebaues in Frankreich im Gebrauch seyenden Niveau vorzuziehen sey, dessen sich der Kenner überzeugen wird, wenn er in dem Traité de Topographie et de Nivellement par Puissant p. 223. die Beschreibung des letztern liest.

§. 121. Jetzt kehre ich zur praktischen Anleitung des Nivellirens aus der Mitte nach zweyen Visirstationen zurück. Man verfahre dabey folgendermassen: 1) stelle man das Instrument von der ersten Visirtafel in solcher Entfernung, a) dafs von demselben ab, der bey dieser Tafel stehende Gehülfe, die Zeichen, welche ihm von dem mit dem Instrumente beschäftigten Ingenieure gemacht werden, um die Tafel höher oder niedriger an dem in Schuhen, Zollen und Linien eingetheilten Stabe (§. 117.) zu schieben, deutlich erkennen kann, und b) dafs dieser Letztere durch das Fernrohr, oder bey Instrumenten, die keine Fernröhre haben, mit blofsen Augen, die auf der Visirtafel roth und schwarz angestrichenen Felder bestimmt zu unterscheiden vermag (*). 2) Das so plaçirte Instrument wird nun vermittelst seines Statifs beyläufig horizontal gestellt, und die die Füfse desselben haltenden Schrauben fest angeschraubt, damit diese Füfse dem Instrument einen sichern Stand geben. Wo man also über einen festen Stand nicht zulassenden Moorboden nivellirt, mufs eine Faschinen- und Bretter-Unterlage gemacht werden. 3) Jetzt wird das Instrument auf die (S. 160.) beschriebene Weise, wenn es nach dem Objekte, d. i. nach der rückwärts stehenden Visirtafel gerichtet ist, genau wagrecht gestellt und die Mitte dieser Tafel in die Axe des Fernrohres dadurch gebracht, dafs man den bey ihm stehenden Gehülfen die Zeichen zu ihrer Auf- und Niederschiebung giebt. 4) Ist auf diese Weise die Visirtafel gestellt, so schreibt der Gehülfe die Höhe von dem Boden oder dem Puncte, dessen Lage man gegen einen andern Punct abwägen will, bis zur Mitte

(*) Auf kurzen Entfernungen kann der Ingenieur mit dem Niveau, wenn es ein sehr gutes achromatisches Fernrohr hat, die Zahlen am Visirstabe ablesen, folglich in sein Journal gleich einschreiben, ohne sich auf den, bey der Visirtafel, stehenden Gehülfen zu verlassen.

der Tafel e e Fig. 1. Tab. 5. in sein Journal, nämlich in die Colonne: *Rückwärts.* 5) Jetzt dreht der Ingenieur das Niveau nach der *vorwärts* stehenden Visirtafel, giebt dem dabey gestellten Gehülfen das Zeichen zur Stellung der Tafel, bis ihr Abschnitt e e in die Axe des Fernrohres fällt. Dieser schraubt die Tafel (a) an den Visirstab, die über den lockern Boden in einer mit einer iu diesen Boden gestecten Spitze versehenen Hülse ruht, und mifst die Höhe von der Oberfläche dieser Hülse (S. 162.) bis zum Abschnitt der Tafel, welches Maafs er in die mit: *vorwärts* bezeichnete Colonne seines Journals einträgt. 6) Da die Visirtafeln, welche zuerst *vorwärts* dem Instrumente stand, bey der zweyten Operation *rückwärts* demselben zu stehen kömmt, so mufs ihr Visirstab bey dieser letztern Operation genau über den Boden so hoch gestellt werden, als er bey der ersten Operation stand. Dazu dient nun die mit einer eisernen, in den Boden einzuschlagenden Spitze versehene Kapsel oder Hülse. Statt derselben kann man auch nur ein hölzernes Pfählchen in den Boden schlagen, oder einen platten Stein unterlegen lassen, und darauf den Visirstab stellen. Ist der Boden hart, so wird der Visirstab unmittelbar darauf gestellt. 7) Während der Ingenieur mit der Nivellirung nach der vorwärts stehenden Tafel beschäftigt ist, kömmt der bey der rückwärts gestandenen Visirtafel beschäftigt gewesene Gehülfe zu ihm, und der die observirte Höhe ihm angiebt, welche er in sein Journal in die Colonne: *rückwärts* einträgt. 8) Jetzt nimmt der Ingenieur sein Niveau von dem Standpuncte, giebt es einem Arbeiter, mit dem er zur vorwärtsstehenden Visirtafel b geht, um auch die daran bezeichnete Höhe in sein Journal in der Rubrik: *vorwärts*, einzuschreiben. 9) Der Ingenieur geht etwa 500 Fufs weiter, oder soweit als es das Local und die Güte des Instrumentes zuläfst, stellt das Niveau auf und visirt nach der in (b), also jetzt rückwärts stehenden Visirtafel, läfst dieselbe wie oben gezeigt ist, richten, dann die Höhe bis zur Mittellinie der Tafel messen, und dieselbe in die Colonne des Journals, die mit *rückwärts* bezeichnet ist, einschreiben. Auf diese Weise wird hier die erste Operation nach der vorwärts stehenden Visirtafel (c) wiederholt und so fortgefahren, bis man zu demjenigen Puncte gelangt, dessen Lage in Beziehung auf die Horizontallinie zu dem Anfangspuncte, wobey das Nivelliren anfieng, bestimmt werden sollte. 10) Endlich addirt man alle aufgeschriebenen Höhen der Colonne *Rückwärts* und alle Höhen der Colonne *vorwärts*, zieht dann die kleinere Summe von der gröfsern ab, wo sich das Gefäll ergibt: Sind z. B. die Höhen in der letzten Colonne gröfser, als in der ersten, so liegt der Endpunct um dieses gröfsere Maafs niedriger, als der Anfangspunct. Diese Methode ist äufserst sicher, bequem und leicht; ja sie kann mit dem beschriebenen Instrumente dergestalt ausgeübt werden, dafs ein Ingenieur mit zwey Gehülfen und vier Arbeitern, wovon zwey die Kette zur Messung der Distanzen ziehen, binnen 10 Stunden eine Strecke von zwey Stunden abzuwägen im Stande ist. Hügelichte, buschigte und Morast-Gegenden werden freylich die Operation verzögern, aber die Uebung von einigen Tagen wird hinreichend seyn, um auch in

solchen Gegenden die vortheilhafteste Visirstationen aufzusuchen, und keine vergebliche Zögerungen zu veranlassen.

Ich habe nach dieser Methode selbst mehr als achtzig Stunden Weges nivellirt, und kann sie daher sehr anempfehlen. Leichter wird sie aber angewendet, wenn man vorher die Gegend, wodurch das Nivellement geht, aufgenommen, folglich dieselbe genau kennt, und die Visirstationen während der Aufnahme schon ausgewählt hat. Da fast alle Zwecke, wozu das Nivellement nöthig ist, eine Aufnahme der Gegend erfodern, so wird die Operation des Nivellirens, beym trockenen Wetter. nur selten einen langen Aufenthalt verursachen.

§. 122. Ich komme jetzt zu einem noch wichtigeren Gegenstande: nämlich zur *Untersuchung der Geschwindigkeit des fliessenden Wassers.*

Wenn irgend eine Untersuchung für die Flufsbaukunde wichtig ist, so ist es die von der *Geschwindigkeit des Stromes.* Ihr entspricht der Angriff des Wassers und der Eismassen auf die Ufer und Bauwerke; ja! sie macht das Austiefungs - Vermögen des Stromes aus. Wichtiger und unentbehrlicher wird die Kenntnifs davon, wenn ein Hauptstrom, in verschiedene Flufsäste getheilt, fliefst, auf denen sowohl die Schiffahrt erhalten werden soll, ohne so hoch anschwellen zu dürfen, dafs der eine oder der andere Flufsast seine Dämme zerreifst und Ueberschwemmungen verursacht, wie denn die an der Stromscheidung der Waal und des Pannerdenschen Canales, Tab. 14. aufgeführten Bauwerke zur Erreichung dieses Zweckes angelegt sind. Sie ist ferner bey dem Baue, der vom Wasser zu treibenden Maschinen, beym Wehr - Schleusen- und Dammbau, so wie bey noch andern Abtheilungen der Wasserbaukunde wichtig.

Da aber die Geschwindigkeiten in einem Stromprofil (Stromsection) sowohl in jedem Puncte einer Perpendiculäre, d. i. in jeder Verticale, die aus einem Puncte der Oberfläche bis zum Flufsbett reicht, als der Breite des Stromes nach, in den verschiedenen Perpendiculären unter sich verschieden sind: so mufs man zur Berechnung der Wassermenge, die in jeder Secunde durch ein Profil abfliefst, die mittlere Geschwindigkeit kennen. Diese mit dem Flächeninhalte des Profiles vervielfältigt, giebt nämlich die Wassermenge. Einige Gelehrte suchten daher Formeln und Theorien: um aus einigen Daten die mittlere Geschwindigkeit nur in einer Perpendikuläre zu finden; Andere wollten daraus die mittlere Geschwindigkeit der Stromsection selbst berechnen.

Demjenigen, der aber die im vorigen Kapitel aufgestellten, die Bewegung der fliefsenden Gewässer hervorbringenden, verzögernden oder beschleunigenden Ursachen und die Geschwindigkeitsmessungen (S. 38. bis 70.) mit einiger Aufmerksamkeit betrachtete, mufs die Ueberzeugung entstanden seyn: dafs es unmöglich ist, über die Geschwindigkeit des Stromes eine mit den bey Flüssen vorkommenden Natur - Erscheinungen übereinstimmende Theorie festzusetzen.

So sehen wir z. B. aus den S. 69. mitgetheilten Resultaten der von Brunings gemachten hydrometrischen Messungen, dafs 1) die mittlere Geschwindigkeit eines und desselben Profils mit den mittlern Tiefen, bey verschiedenen Wasserhöhen, in keinem bestimmten Verhältnisse stehen, welches doch seyn müfste, wenn einige Theorien, die ich bald anführen werde, anwendbar seyn sollten. Im Gegentheile kann die Geschwindigkeit bey höhern Wasserständen kleiner, als bey niedrigern, d. i. bey gröſsern, als bey geringern Tiefen seyn; ein Fall, der beym Beharrungsstande des höhern Stromes gegen dem Fallenden oder steigenden - Strome eintritt. §. 37. Dafs die mittlere Geschwindigkeit mit der mittlern Tiefe in keinem bestimmten Verhältnifse steht, beweisen auch die befsten hydrometrischen Messungen: So verhalten sich z. B. in dem Profile oder der Section A A Tab. 18. (Seite 69.) die mittlern Tiefen nahe genug, wie die Cubic-Zahlen der mittlern Geschwindigkeiten. 2) In der Section B B verhalten sich die mittlern Tiefen beynahe wie die mittlern Geschwindigkeiten in der ersten Potenz. 3) In der Section D D verhalten sich die mittleren Tiefen beyläufig wie die Quadrat - Wurzeln der mittleren Geschwindigkeiten. 4) In der Section E F verhalten sich die mittleren Tiefen von 1790 und 1792 ungefähr wie die Cubi der mittleren Geschwindigkeiten; die Beobachtungen von 1789 mit denen von 1790 verglichen, verhalten sie sich aber wie die Quadrate der mittleren Geschwindigkeiten. Endlich verhalten sich die mittleren Tiefen in der Section F F ungefähr wie die Biquadrate der mittlern Geschwindigkeiten; Abwechslungen von der Potenz $\frac{1}{2}$ bis zur Potenz 4, welche beweisen, dafs man auf ein Verhältnifs zwischen der mittlern Tiefe und mittlern Geschwindigkeit nicht hinausrechnen könne. — 4) Es zeigen auch diese Bruningschen Messungen: dafs die Geschwindigkeiten erst einige Schuh unter der Oberfläche, nicht aber von dieser an bis zum Boden abnehmen, wodurch also diejenigen Theorien, welche eine abnehmende Geschwindigkeit von der Oberfläche nach dem Boden zu annehmen, widerlegt sind, mithin ist die Buat'sche Regel, nach welcher die Geschwindigkeit von der Oberfläche gegen den Boden nach einer arithmetischen Progression abnehmen soll, von den Wirkungen der Flüsse selbst widersprochen, und seine Formel $(u \sqrt{v} - 1)^2$ und $V = \frac{v + u}{2}$ ist keiner Anwendung fähig (*). Eine Formel, die auch nur aus unbedeutenden Versuchen bey kleinen 17 Zoll breiten und 20 Zoll tiefen Gerinnen abstrahirt wurde. Der Oberbaurath Eytelwein will aus den Bruningschen und andern Messungen eine andere Formel gefunden haben, Es sey die in der Oberfläche beobachtete Geschwindigkeit $= v$, die Tiefe oder Höhe der Perpendiculäre $= h$ Fufs, so ist nach dieser Formel die mittlere Geschwindigkeit $V = v. (1 - 0{,}004\ h)$. Eine Formel, die, wenn man sie mit den im vorigen Kapitel mitgetheilten Messungen vergleicht, eben so wenig einer Anwendung fähig ist.

(*) Die Geschwindigkeit in einer Perpendikuläre an der Oberfläche sey $= v$, die am Boden $= u$ und die mittlere Geschwindigkeit $= V$.

Die Bruning'schen Messungen und die meinigen (S. 38.) zeigen sehr bestimmt, daſs in den Flüssen der ersten Art (§. 6.), wenn ihr Bett nicht sehr fällt, die gröſste Geschwindigkeit stets 12 bis 48 Zoll unter der Oberfläche statt findet, je nachdem der Strom anschwellt, und daſs die Geschwindigkeit je mehr nach dem Boden zu abnimmt, desto niedriger der Strom steht. Wie sehr von diesen Messungen sowohl die Buat'sche als Eytelwein'sche Formeln abweichen, dieſs ist in der ersten Auflage 2. Band in einer deswegen berechneten Tabelle S. 28. gezeigt worden.

Der Professor Hennert zu Utrecht, indem er aus den Bruningschen Messungen sah, daſs die gröſste Geschwindigkeit einen Schuh und tiefer unter der Oberfläche statt finde, glaubte annehmen zu müssen, daſs die Geschwindigkeit von der Oberfläche abwärts, nach einer Parabel, deren Parameter und Scheitelpunct durch zwey in verschiedenen Puncten einer Perpendiculäre angestellten Geschwindigkeitsmessungen zu bestimmen sey *), zunehmen werde, wenn das Bett nicht seinen Widerstand äuſsere. Daſs die Geschwindigkeit wirklich in einzelnen Fällen von der Oberfläche bis nicht weit vom Boden zunimmt, wird durch die Messungen, die ich angestellt habe, (Seite 40) nur alsdann begründet, wenn das Bett stark abhängig ist. Da aber dieser Widerstand wirklich statt findet, so erfolge, wie Hr. Hennet dafür hält, eine Abnahme der Geschwindigkeit gegen der Oberfläche, und zwar nach einer arithmetischen Progression der Wasserhöhen. Nach ihm sey N V (Fig. 18. Tab. 18.) die Oberfläche des Stromes, N B. die Tiefe; N O und P M bezeichnen die Geschwindigkeiten in N und P, folglich bilden sie die Ordinaten der Parabel A O M D, deren Parameter $=$ p ist und deren Scheitelpunct in A fällt. Es ist demnach: $NO^2 = AN.\,p$ und $PM^2 = AP.\,p.$; also $PM^2 - NO^2 = NP.\,p.$ und $p = \frac{PM^2 - NO^2}{NP}$, wodurch p in unbekannten Gröſsen ausgedruckt und die Höhe des Scheitelpunctes A über N bestimmt wird, indem $AN = \frac{NO^2}{p} = \frac{NO^2\,NP}{PM^2 - NO^2}$ ist. Liegt N in der Oberfläche, so ist der Flächeninhalt der parabolischen Scale $NORDBN = \frac{2}{3}(AB.\sqrt{p.\,AB} - AN.\,NO)$. Ist so die Geschwindigkeit B D, welche nach dieser Parabel in der Nähe des Bettes statt finden müſste, berechnet, nach der Messung aber eine Geschwindigkeit B C, folglich eine Verzögerung C D gefunden: so soll man den Punct S., in welchem die Abnahme der Geschwindigkeit unmerklich ist, durch Versuche aufsuchen, von der ganzen Scale der Geschwindigkeit N O R D B N den Inhalt des Dreyecks C c c a R b d f D abziehen, um aus dem Reste durch die Division mit N B, d. i. der Tiefe, die mittlere Geschwindigkeit zu bestimmen; die also seyn wird

$$= \frac{\frac{2}{3}(AB\sqrt{p.\,AB}) - AN.\,NO - \frac{BS}{2}(BD - BC).}{NB}$$

(*) Archiv der reinen und angewandten Mathematik von Hindenburg 1tes und 2tes Heft 1794

Diese Formel ist eben so unsicher in der Anwendung, als die Buatsche; da sie wenigstens eine in verschiedenen Puncten unter der Oberfläche angestellte Messungen erfordert, überdiefs äusserst mühsam ist.

§. 123. Indessen hatte die Aufgabe: wie man die Geschwindigheit des fliefsenden Wassers aus der Neigung und Tiefe berechnen könne, Reitz genug, um ihre Auflösung zu versuchen. Mehrere Mathematiker haben sich daher mit ihr beschäftiget, und sinnreiche Theorien aufgestellt, die aber immer das Ziel nicht erreicht haben. Brunings hat mit seiner Abhandlung über die Geschwindigkeit des fliefsenden Wassers (verhandeling von stroomend water etc.), die Herr Kröncke in einer von mir mit einer Vorrede begleiteten Uebersetzung im Jahre 1798 den deutschen Lesern lieferte, diesen Gegenstand sehr gründlich behandelt und bewiesen: dafs die Gelehrten niemals eine über die Geschwindigkeit des fliefsenden Wassers mit den Natur-Erscheinungen übereinstimmende Theorie aufstellen können, sondern dafs der Wasserbaukundige stets zu wirklichen Messungen seine Zuflucht werde nehmen müssen, wenn er die Geschwindigkeit erfahren will.

Vorher haben diefs auch Lorgna und Lecchi dargethan, worüber man in den Ricerche intorno alla distribuzione della velocità das weitere findet.

§. 124. Da ich in diesem Werke nur die mit der Erfahrung übereinstimmenden Theorien empfehle und jede Ungewifshheit in der vorzüglich auf Beobachtung beruhenden Wasserbaukunde grofse Nachtheile hervorbringt, so werde ich die vorzüglichsten über die Bestimmungen der Geschwindigkeit des fliefsenden Wassers aufgestellten Theorien nur in der Kürze berühren. Die ersten wurden bey Gelegenheit des zwischen Bologna und Ferrara wegen den Ueberströmmungen des Reno entstandenen Streites bekannt gemacht. Sie beruhen auf zwey Haupt-Hypothesen, deren Willkühr der mit der Natur der Flüsse vertraute Ingenieur sogleich entdecken wird. Die erste von Galileo aufgestellte Theorie betrachtet den Strom als einen, auf einer geneigten Ebene herabgleitenden Körper; daher dessen Geschwindigkeit durch die Quadratwurzeln aus den Höhen des Abhanges zu bestimmen sey. Wird dagegen erwogen: dafs die Flufsbetten öfters steigen, dafs selbst die Geschwindigkeit des Stromes von der Figur und Richtung der Flufsbahn und so vielen anderen Umständen abhängt, und dafs alle Flüsse an Geschwindigkeit abnehmen, jemehr sie sich dem hydraulischen Beharrungsstande annähern §. 34., oder je näher sie ihren Ausmündungen oder dem Meere kommen, wiewohl die Gröfse ihres gesammten Abhangs zunimmt, so leuchtet schon die Unbrauchbarkeit dieser Theorie ein.

Die von Castelli und Guglielmini in der Raccolta d'autori che trattano del moto dell' acque aufgenommenen Theorien sollen dadurch begründet werden: dafs zwischen der Bewegung des aus einem Gefäfse fliefsenden Wassers und der Bewegung des Stromes eine Analogie statt finde. Castelli wollte z. B. gefunden haben, dafs der Höhe des Wassers ü ber der Oeffnung des Gefäfses, d. i. der Druckhöhe die Geschwindigkeit pro-

portionel sey. Diesem gemäfs hätte man die Scale oder Geschwindigkeiten in jeder Perpendiculäre eines Breitenprofils von der Oberfläche nach dem Boden durch ein gleichschenklichtes Dreyeck ausdrücken können. Dieser Schriftsteller behauptete daher auch, dafs in zwey Queerprofilen sich die Geschwindigkeiten, wie die Tiefen verhalten; wiewohl sie sich eigentlich *beym Beharrungsstande des Stromes*, wie die Profile verhalten. Seite 31. Barrattieri, Montanari, Cassini und einige Andere folgten der obigen Hypothese. Guglielmini hingegen stellte den Satz auf: dafs die Geschwindigkeiten in den Puncten einer Perpendiculäre eines Stromprofils sich zu einander, wie die Quadratwurzeln der Höhen des Wassers über diesen Puncten, verhalten, dafs also die Geschwindigkeiten durch eine Parabel ausgedruckt werden können. Zur Höhe nimmt er den Fall des Flusses von seinem Ursprunge an, so, dafs wenn man von dieser Theorie eine Berechnung anstellen wollte, die Geschwindigkeit der Flüsse die des Sturmwindes übertreffen würde. Nun haben alle Flüsse eine geringere Geschwindigkeit, je näher sie ihrer Mündung kommen; mithin ist diese Theorie keiner Anwendung fähig. Guglielmini fühlte auch gleich das Ungewisse dieser Vorstellung und nimmt daher eine nach den Hindernissen die das Wasser in seinem Laufe erfährt, *übriggebliebene* — oder *verzögerte* — Geschwindigkeit (velocità retardata o residua) an. Nach ihm sey C (Tab. 18. Fig. 2.) der Anfang oder Ursprung des Flusses C A; C D aber horizontal; der Neigungswinkel des Flufsbettes A C D heifse a; D A sey auf C A senkrecht. Die Geschwindigkeit A F würde daher, wenn g der in der ersten Secunde durchfallene Raum, eines freygefallenen Körpers ist, gleich $2\sqrt{}$ (g. A D cos. a seyn. Für Canäle (C A Fig. 3.) mit einem horizontalen Bett nimmt dieser Schriftsteller den Ursprung in D an und es verhalten sich daher nach ihm die Geschwindigkeiten

$$A F : B E = \sqrt{A D} : \sqrt{B D}.$$

§. 125. Die Bestimmungsgründe für die erstern Theorien waren: entweder die Höhe des Gefälles von seinem Ursprunge an, oder auch die Neigung seiner Oberfläche. Man könnte noch etwa den Abgang des Bodens mit hinzusetzen.

Man nehme, bey dem ersten Bestimmungs-Grunde zwey Flüsse mit einem gleich hohen Gefälle von ihrem Ursprunge und bey dem einem nur eine Krümme mehr, als bey dem andern an; so mufs schon die Geschwindigkeit in beyden Flüssen verschieden seyn. Wie aber will man alle, die minder und mehr grofsen Krümmen, die minder und mehr grofsen Unebenheiten des Bodens, die minder und mehr abwechselnde Verschiedenheiten in den Queerprofilen, und die verschiedene Stärke der Adhäsion des Wassers mit dem Materiale des Bettes und noch viele andere Umstände oder verzögernde Ursachen beym Laufe des Stromes, auch nur Näherungsweise in Rechnung bringen? Eben so schwer oder unmöglich wird es seyn, alle diese Verschiedenheiten bey den beyden andern Bestimmungsgründen, von dem Abhange des Bodens und der Oberfläche hergenommen, gehörig in Anschlag zu bringen! Im Allgemeinen läfst sich wohl behaupten, dafs, unter sonst gleichen Umständen, die Geschwindigkeit grö-

ſser seyn wird, wenn der Abhang gröſser ist, aber dieſs führt noch lange nicht zu einer genugthuenden Theorie.

Die zweyte Art Theorien, wo aus der Geschwindigkeit in einem Puncte die Geschwindigkeit der ganzen Perpendiculäre bestimmt werden soll, scheint, strenge genommen, eben so wenig möglich zu seyn. Wir wollen dieses, ehe wir diese Materie beschlieſsen, durch ein Beyspiel erläutern. Man nehme an, das Wasser flieſse mit irgend einer, seiner perpendiculären Scale nach bekannten Geschwindigkeit; nun werde das Profil an irgend einer Stelle, z. B. unten durch ein Bauwerk beengt, während der Fluſs im oberen Theile des Profiles dieselbe Breite behält: ist es wohl denkbar, daſs da die Scale der Geschwindigkeit noch dieselbe bleibe? Wird nicht das Wasser in der beengten Stelle, im Verhältniſse zu dem obern, schneller flieſsen, als es zuvor floſs. Andere Umstände, z. B. Widerströme, könnten auch verursachen, daſs es unten im Verhältniſse langsamer flieſsen müſste, als es ohne diese Bewegung gethan haben würde. Begreiflich sind es nicht die Bauwerke allein, die hier blos beyspielsweise angeführt wurden, sondern überhaupt alle die vielen Irregularitäten, die in dem Bette und dem Laufe eines Flusses statt haben, welche ähnliche Wirkungen hervorbringen können und deren Gröſse unmöglich a priori zu bestimmen ist. Im Allgemeinen scheint es aber aus den Bruningschen Versuchen zu erhellen, daſs man für einen ziemlich regulären Fluſs wohl annehmen könne, daſs die gröſste Geschwindigkeit in der Oberfläche statt haben würde, wenn es nicht die Adhäsion der Luft und des Wassers gegen einander wäre, welche die Geschwindigkeit in der Oberfläche bald gröſser bald kleiner macht; je nachdem die Richtung der Bewegung der Luft ist. Weil aber diese mit dem flieſsenden Wasser schwerlich einerley Geschwindigkeit haben wird, und die Adhäsion, so wie der Druck der Luft nicht aufhört, so dürfte auch wohl bey einer Windstille die Geschwindigkeit in der Oberfläche immer etwas geringer, als einige Schuhe darunter seyn. Dieſs beweisen auch alle die vorne mitgetheilten Messungen. Diese zeigen ferner: daſs da, wo da Bett nicht ausserordentlich fällt, die Geschwindigkeit im Stromstrich an der Oberfläche bis zu 4 und 6 Zoll darunter äuſserst wenig von der mittlern Geschwindigkeit einer Strom-Section oder eines Profiles abweicht.

Aber nicht nur meine, sondern die Brunningschen Messungen bestätigen es auch, daſs die *mittlere Geschwindigkeit* des Stromes der *Geschwindigkeit bis* 4 *und* 6 *Zoll unter der Oberfläche im Stromstriche*, sehr nahe kommt. So war die

erstere	die zweyte	In den	—	AA In der Waal oberhalb der	
41 , 762 Zoll	41 , 764 Zoll	Strom-	—	Mündung Tab. 13.	
35 , 116 —	35 , 279 —	Sectionen,	—	BB In der Mündung der Waal.	Tab. 14.
42 , 892 —	42 , 782 —	welche auf	—	CC Im Pannerdenschen Canal.	
35 , 873 —	39 , 211 —	Tab. 14	—	DD Im Nieder-Rhein.	
29 , 471 —	29 , 640 —	gezogen	—	EE In der Yssel.	
37 , 276 —	39 , 211 —	sind.	—	FF Im Nieder-Rhein.	

Diese Messungen, von denen bereits seite 47 u. s. w. die Resultate mitgetheilt sind, finden sich im Detail in der verzameling van Rapporten, verbaalen etc. betreffende de Doorsnydingen en werken op de Boven-Rivieren II. Deel. Die mittlern Geschwindigkeiten findet man nämlich pag. 115, 124, 129, 135, 139 et 144. Die *stromstriche* sind hier nach der Karte genommen.

In den Perpendiculairen, worin die gröſste mittlere Geschwindigkeit statt fand, war sie, nach den obigen Profilen oder sectionen genommen, 52,746; 42,782; 41,918; 39,211; 33,139; 39,211 zoll. Eigentlich hätte diese gröſste mittlere Geschwindigkeit im stromstrich gefunden werden sollen. Wenn wir also diese leztern Resultate mit der obigen ersten colonne vergleichen, so treffen einige Messungen sehr nahe zu. Dabey muſs man aber noch bedenken, daſs die obere Kante des Brunningschen strommessers sechs zoll unter der oberfläche des stromes stand, und die Geschwindigkeit näher gegen diese oberfläche auch mehr abnimmt: daſs man also auch aus der lezten vergleichung sieht, wie die Mittlere-Geschwindigkeit eines Profils der Geschwindigkeit im stromstriche an der oberfläche und bis 6 zoll darunter sehr nahe kommen müsse. Endlich kann die Geschwindigkeit in der Nähe der oberfläche durch die beiden schiffe, zwischen welchen das Instrument gestellt war (Tab. 18. Fig. 15.) gröſser gewesen seyn, als im freyströmenden wasser, so daſs man also hierdurch berechtigt wird, eine noch gröſsere Annäherung von den leztern angeführten Mittlern-Geschwindigkeiten zu den Geschwindigkeiten im stromstrich bis zu 6 zoll unter der oberfläche, vorauszusetzen.

In den Fällen also, wo die Kosten zu den kostbaren Messungen mit dem Brunningschen strommesser oder zu den Messungen mit den stäben und der Kugel, in verschiedenen Tiefen, wovon später gehandelt werden soll, nicht hergegeben werden, wird sich der Ingenieur mit der Beobachtung in der oberfläche des stromstriches bis 4 oder 6 zoll darunter begnügen müssen und können.

§. 126. Auch dürfte die Bestimmung der mittlern Geschwindigkeit a priori noch deswegen nicht möglich seyn, weil der Abhang des Bettes die vorzügliche ursache von der zu- oder Abnahme der Geschwindigkeit von der oberfläche nach dem Boden zu ist; denn ein stark abhängiges Bett bringt eine gröſsere Geschwindigkeit in der Nähe des Bodens als in der Nähe der oberfläche hervor. Dies beweisen auch die mitgetheilten Messungen welche ich im ober-Rheine anstellte. Wie kann man also bey einem so gestalteten Bette eine Abnahme der Geschwindidigkeit nach dem Boden zu voraussetzen? Ist es nicht sonderbar, daſs man aus den Brunningschen Messungen allemal eine Abnahme der Geschwindigkeit von der oberfläche nach den Boden gefolgert hat, da sie doch gröſstentheils eine gröſsere Geschwindigkeit einige schuhe unter der oberfläche als in der oberfläche selbst geben? Und sind sie nicht alle in einem solchem Bette angestellt worden, welches keinen sehr merklich abhängigen Boden hat? Man vergleiche mit dieser Frage Tab. 15. und Tab. 23. Zeigen nicht auch die im ober-Rheine in einem wenig ab-

hängigen Bette angestellten Messungen eine Abnahme der Geschwindigkeit nach dem Boden, wo andere in einem sehr abhängigen Bette das Gegentheil darthun? Wo also das Bett sehr stark fällt, da dürfte auch die mittlere Geschwindigkeit die Geschwindigkeit in der Oberfläche übertreffen. Wo aber das Bett nicht merklich steigt noch fällt, da möchte wohl die erstere von der letztern wenig abweichen. Also schon aus den Tiefenmessungen und dem Falle des Bettes wird der Wasserbaukundige von der Geschwindigkeit im Stromstrich bis sechs Zoll unter der Oberfläche (bey einer Windstille) auf die mittlere Geschwindigkeit schliefsen können. Ja! diese Bestimmung wird ihn der Wahrheit näher bringen als die Theorien, welche wir bis jetzt über diesen wichtigen Gegenstand kennen.

§. 127. Alle die späteren Theorien, über die Geschwindigkeit des fliefsenden Wassers sind auch eben so wenig als die früheren bey den wirklichen Messungen bewährt gefunden, und wie kann dies auch wohl anders seyn, da die Geschwindigkeit des Stromes nicht nur von dem Abhange des Bettes, sondern auch von der Gestalt der Ufer, von denjenigen Stoffen woraus diese und das Bett bestehen; von der Adhäsions- und Cohäsions-Kraft des Wassers §. 28. von dem Druck der oberen Stromsectionen oder Profile auf die untern, folglich vom schnellen Wachsen und Fallen des Stromes, von der Form der Flufsrinne und ihrer Richtung §. 49. und 50.; von ihrer und der Flufsbahn Erweiterung §. 51. oder deren Verengung §. 52., von der partiellen Erhöhung des Bettes §. 53 und 53., von den Widerströmen, die wir längs den Ufern und Bauwerken antreffen §. 55., von den Flufskrümmen §. 64. — und andern Ursachen abhängt? Es ist daher ein Beharrungstand des Bettes (regime du lit) und des Flusses, wobey weder eine Zu- noch Abnahme des Bettes erfolgt, und den Buat in seinen principes hydrauliques annimmt, nicht anzutreffen.

§. 128. Geht man aber erst von den Flüssen der zweyten Art, deren Bett einen Abhang hat, (das sind unsere gewöhnlichen Flüsse) zu denjenigen über, die auf ein horizontales Bett fiiefsen, das sind die Flüsse der ersten Art, oder gar zu den Flüssen der dritten Art, das sind solche, deren Fluth-Strom über ein steigendes Bett fliefst §. 92 bis 98.) über, so zeigt es sich, dafs alle diese Theorien, indem sie ein fallendes Bett als zur Bewegung der Gewässer voraussetzen, vernichtet, also nur ein Spiel des Calculs sind. Ja! es wird aus diesem vorgetragenen evident, dafs man von einem solchen Phänomen, als die Bewegung des Wassers in Flufsbetten ist, nicht ein bestimmtes Gesetz aufstellen könne! Wozu nützen aber wohl Theorien, welche von jeder alltäglichen Erfahrung widersprochen werden? Prony sagt daher in seinen Recherches physico-mathematiques sur la Théorie des eaux courantes, worin er auch eine Theorie aufstellt:

„Nous sommes malheureusement bien éloignés de tirer de ces règles une utilité practique proportionnée à l'excellence des théories, d'ou elles découlent: les obstacles, qui s'y opposent, tiennent d'une part à l'analyse mathématique et de l'autre, à

la physique; à l'analyse mathématique en ce que celleci n'a pas toujours des méthodes ou des procedés pour l'intégration des équations, que lui *livre* la mecanique; à la physique, car il est des circonstances, ou les physiciens peuvent seuls, éclairés du flambeau de l' expérience, donner au mecanicien des notions certaines sur la nature et le mode d'action des forces dont il doit mesurer et comparer les effets, et la recherche de ces bases de raisonnement et de calcul présente le plus souvent de très-grandes difficultés."

§. 129. Das Resultat dieses Gegenstandes ist demnach folgendes: 1) Wer die Wasserbaukunde gründlich studiren will, der soll in denen in dieser Materie citirten Schriften und in Langsdorfs Hydraulik nicht fremde seyn, um den Gang der Wissenschaft zu kennen; sich aber keineswegs einbilden: eine mit der Erfahrung übereinstimmende Theorie, über die Bewegung der fliefsenden Gewässer zu finden. 2) Es werden daher nur die Geschwindigkeitsmesungen selbst, für die Ausübung brauchbar seyn.

§. 130. Ich will also jetzt die wesentlichsten Methoden: *um die Geschwindigkeit des fliefsenden Wassers zu erfahren*, vorlegen. Da ein jeder auf der Oberfläche des Stromes, oder unter derselben schwimmender Körper genau mit der Geschwindigkeit des Wassers forttreibt, wenn anders im ersten Fall nicht die Luft darauf bedeutend wirkt: so läfst sich mit jedem Körper, der specifisch leichter, als Wasser ist, die Geschwindigkeit von der Oberfläche des Stromes oder in derjenigen Tiefe, bis zu welcher derselbe darunter schwimmt, messen. Castelli scheint der erste gewesen zu seyn, der die Geschwindigkeit der Flüsse in Betracht zog, und um sie zu erfahren, Körper schwimmen liefs, siehe: nuova Raccolta Tom. I. pag. 119. In so ferne aber eine Kugel bey ihrer Drehung dem Wasser eine solche Fläche darbietet, woran dasselbe abgleitet, darauf die Luft auch weniger, als auf andere Körper wirken und wenig Adhäsion ausüben kann: so ist eine hohle Kugel, die aus Messingblech verfertigt und deren Oberfläche polirt ist, sehr bequem zu dieser hydrometrischen Untersuchung. Der Schein, welchen eine gut polirte Kugel von sich wirft, macht sie dem Beobachter, der ihr in einem Kahn nachfährt, noch auf eine weite Entfernung sichtbar. Eine solche hydrometrische Kugel mag drey bis zwölf Zoll Durchmesser und eine kleine mit einer Schraubenmutter versehene Oeffnung haben, um dadurch, mittelst eines Trichters, das Wasser, welches sie um bis zur bestimmten Tiefe eingetaucht zu seyn, fassen mufs, einzulassen. Damit aber darin nicht zu viel Wasser einläuft, mufs die Oeffnung mit einer Schraube geschlossen werden. Dieselbe ist zu diesem Behufe oben mit einer kleinen sphärisch gekrümmten mit Leder gefütterten Platte versehen, die genau an der Oberfläche der Kugel anschliefst. Ueber diese Platte endigt die Schraube mit einem Oehr, woran ein dünner seidener Faden gebunden wird, den der die Kugel nachfahrende Beobachter, in solchen Flufskrümmen, worin sie an das Ufer oder in Widerströmen geworfen werden könnte, frey schwimmen läfst, um sie

nicht zu verlieren, und den Raum, welchen sie in der beobachteten Zeit zurücklegte, nach denen auf der Flußkarte längs den Ufern stehenden festen Puncten, als Bäume, Häuser, Deichecken, Bauwerke u. d. gl., in Schuhen, bestimmen zu können. In regulären Flußbahnen, oder in den nicht zu stark gekrümmten Flußbezirken ist diese Vorsicht nicht nothwendig, denn der Beobachter kann eine solche Kugel nicht aus dem Gesicht verlieren, da er sich ihr, der Beobachtungen wegen, so nahe, als möglich halten muß. Uebrigens kann der frey schwimmende Faden auf die Geschwindigkeit der Kugel keinen Einfluß haben, indem derselbe nicht angezogen wird. Man kann daher in solchen Fällen — wo die Flußkarte fehlt, oder wenn in derselben, längs dem Ufer keine sichere Puncte, nach denen sich während der Beobachtung gerichtet werden könnte, gezeichnet sind, oder wo die Geschwindigkeitmessungen allen geometrischen Operationen vorangehen müssen, in eine, auf einem Haspel aufgewickelte seidene Schnur, die man in Wachs tränken und je in zehn Schuhe eintheilen kann, zur Messung des Raumes anwenden. Die Schnur wird nun so nachgelassen, daß die Kugel frey schwimmt; ja ich habe auf diese Weise mehrere Geschwindigkeitmessungen auf den östereichischen und baierischen Flüssen gemacht. Besonders ist diese Methode in den Seemündungen und längs dem Meer-Ufer, bey Ebbe- und Fluthströmen, brauchbar, weil es da an festen Puncten und Allignements fehlt.

Wenn man nun die beobachtete Zeit in dem von der Kugel zurüchgelegten Raum dividirt, so zeigt sich die Geschwindigkeit des Wassers unmittelbar.

Die Messung mit der Kugel ist die einfachste und sicherste Methode, um die Geschwindigkeit desjenigen Stromfadens, worin sie schwimmt, zu erfahren. Besonders ist sie zur Bestimmung der Geschwindigkeit und der Richtung des Hauptstromstriches anzuempfehlen; und daher für die Untersuchung des Vermögens eines Durchstichs und dessen Zunahme, wichtig, um die Austiefung desselben im Voraus bestimmen zu können S. S. 100.

Aeußerst schätzbar wird diese Methode für die Practik auch noch aus dem Grunde, weil uns die besten Geschwindigkeitmessungen, die wir kennen, den Beweiß geben, daß in solchen Flußbezirken, deren Ufer beynahe parallel und fast geradelinigt sind, die Geschwindigkeit im Stromstriche bis zu einer Tiefe von vier bis sechs Zoll unter der Oberfläche fast genau die mittlere Geschwindigkeit des Stromes ist, S. 173. Man darf also nur, um die mittlere Geschwindigkeit eines solchen Flußbezirkes zu erfahren, die hydrometrische Kugel dergestalt mit Wasser füllen, daß ihre untere Fläche 4 bis 6 Zoll unter der Oberfläche des Stromes steht, ihre Oberfläche aber soviel aus dem Wasser hervorragt, damit sie nur dem Beobachter sichtbar sey, wozu ein Durchmesser von 7 Zoll hinreichend ist. Man läßt dann diese Kugel im Hauptstromfaden schwimmen, die Zeit und den Raum, den sie zurücklegt, messen, und hat so die mittlere Geschwindigkeit des Stromes selbst gefunden. Nach meinen Beobachtungen ist diese Methode eben so genau, als die kostbarsten Messungen mit den

besten bisher bekannten Instrumenten! Man hat zwar der Methode die Geschwindigkeit des Stromes in seiner Oberfläche mit der Kugel zu messen, den Vorwurf machen wollen, dafs der Wind auf die Kugel wirke und dieselbe, wenn sie in einem Nebenstromfaden, dessen Geschwindigkeit gemessen werden soll, eingeworfen würde, von dem Haupt-Stromfaden angezogen wird! Diese Einwürfe lassen sich leicht heben, wenn man folgendes erwägt: 1) Werden dergleichen Messungen (mit welchen Instrumenten es auch sey) niemals bey starkem Winde angestellt. 2) Kann die Kugel so tief eingetaucht werden, dafs darauf die Luft keinen andern Einflufs hat, als den sie nicht auch auf das Wasser ausübt, folglich für alle übrigen Instrumente hervorbringen wird. 3) Stellt man die Geschwindigkeitmessungen in mehreren Stromfäden und Perpendiculären, um daraus die Wassermenge selbst berechnen zu können, nur in solchen Flufsbezirken an, die fast geradelinigte und parallele Ufer haben, weil darin die Geschwindigkeiten nicht so merklich, als in serpentinen oder irregulären Flufsstrecken abwechseln und dieselben von Widerströmen frey sind, mithin das Resultat genauer ist. Darin ist auch die Flufsrinne und der Hauptstromstrich nicht weit von der Mitte entfernt, und des letztern Geschwindigkeit nicht viel gröfser, als die der nächsten Stromfäden. Er kann daher auf diesen kein bedeutendes Anziehungs-vermögen ausüben, so, dafs man die Geschwindigkeit der letztern abgesondert, mit den schwimmenden Körpern, also mit der Kugel, zwischen solchen regulären Bahnen, auf nicht zu weite Distancen, messen kann. 4) Auch haben eben die Schriftsteller, welche diese Einwürfe machten, ihre mit andern oder mit ihren eigenen Instrumenten angestellten Geschwindigkeitsmessungen mit schwimmenden Körpern geprüft: wie diefs denn auch Brunings gethan hat. Warum sollte also der Wasserbaukundige nicht gleich die oben beschriebene hydrometrische Kugel gebrauchen? Dieselbe ist auch nicht allein zu den Geschwindigkeitsmessungen, sondern zur Bestimmung des Haupt-Stromstriches sicher und bequem. Ist sie nämlich darin, bey stillem Wetter, eingesenkt: so schwimmt sie auch seiner Richtung nach. Nimmt der sie beobachtende und ihr in einem Kahn nachfahrende Ingenieur seine Flufskarte mit, so kann die Bahn, in welcher die Kugel schwimmt, folglich auch der Stromstrich, in diese Karte, nach denen längs den Ufern stehenden und auf die Karte gezeichneten festen Puncten, so wie nach den Inseln und andern festen Gegenständen, gezogen werden. So kann man also den Haupt-Stromfaden selbst da bestimmt erfahren, wo der Strom sich in mehrere Stromäste oder Stromarme theilt, und ihn sowohl bey den höheren, als niedrigen Wasserständen, wo er zuweilen andere Richtungen nimmt, Seite 150., auffinden.

Aber nicht blos in der Nähe der Oberfläche des Stromes kann mit der hydrometrischen Kugel die Geschwindigkeit gemessen werden, sondern auch in jeder beliebigen Tiefe, selbst bis auf sechs Zoll vom Flufsbette. Diefs zu bewerkstelligen, befestige man 1) an der die Oeffnung der Kugel verschliefsenden Schraube einen dünnen Drath, dessen Länge der Tiefe, in welcher die Geschwindigkeit gemessen werden soll,

gleich ist. 2) An dem andern Ende dieses Draths binde man eine Korkscheibe, die auf der Oberfläche des Wassers schwimmt, folglich das Sinken der eingetauchten Kugel verhindern muſs. 3) Jetzt wird diese Kugel nur mit soviel Wasser gefüllt, daſs sie eben untertaucht, folglich nur ein *geringes* schwerer, als das specifische Gewicht des Wassers seyn darf. Hierbey muſs bemerkt werden:

a) Daſs die Korkscheibe nur sehr klein seyn kann, folglich auf die Geschwindigkeit keinen anmerkenswerthen Einfluſs hat. b) Daſs, indem die Kugel mit dem schweren Theile, d. i., mit demjenigen, worin die Schraube steckt, sich nach unten dreht, der Drath um den Durchmesser der Kugel länger, als die bestimmte Tiefe, worin die Geschwindigkeit observirt werden soll, seyn muſs, und daſs der aufwärts gehende Drath bey dem Oehr der Schraube umzubiegen ist. c) Daſs in den mehrsten Fällen statt des Draths auch eine Schnur gebraucht werden kann (*). Auf diese Art habe ich mehrere Messungen angestellt, von denen einige S. 39. und 40. angeführt sind.

Indessen kann nicht geläugnet werden, daſs, wenn nach dieser ersten Methode mit der Kugel die Gesckwindigkeit in vielen Stromfäden auf der Oberfläche und zu verschiedenen Tiefen gemessen werden sollte, um die mittlere Geschwindigkeit von der Oberfläche bis nicht weit vom Fluſsbett zu erfahren, viel Zeit und Geld erfodert wird, und daſs der Ingenieur dergleichen Operationen in der möglichst kürzesten Zeit zu bewerkstelligen suchen muſs, um die günstige Witterung zu benutzen.

§. 130. Es wird daher diejenige Methode, welche ich jetzt mittheile, bey solchen Messungen, wo die mittlere Geschwindigkeit gesucht wird, den Vorzug verdienen. Es geschieht nämlich die hydrometrische Messung mit schwimmenden Stäben oder Treiber. Man läſst einen solchen Stab, den man den *hydrometrischen Stab* nennen kann, aus Nadelholz rund oder vierkantig machen; ihn mit rother Oelfarbe anstreichen, damit er das Wasser nicht einsauge und von ferne sichtbar sey. Da dieses Holz specifisch leichter, als Wasser ist, so fällt ein hölzerner Stab um, und schwimmt auf der Oberfläche des Wassers. Also nicht allein um dieses zu verhindern, sondern um den Stab genau in einer verticalen Stellung zu erhalten, muſs er unten mit einem hohlen, aus Eisenblech verfertigten, unten platten Schuh versehen seyn, in welchem dann so viele Steine oder Eisen, Bley u. d. gl. eingelegt wird, daſs der Stab bis zu derjenigen Tiefe, zu welcher man ihn einsenken und die Geschwindigkeit messen will, senkrecht hinabgeht und mit seinem obern Ende noch bis zu einen Schuh über dem Wasser hervorragt. Da derselbe aber, wenn dessen Schuh auf dem weichen Boden des Flusses aufstöſst, sich darin einsaugt, folglich indem er mit seinem untern Theil

(*) Mariotte bediente sich zur Messung der Geschwindigkeiten in verschiedenen Tiefen zweyer mittelst eines Fadens verbundenen Wachskügelchen (du mouvement des eaux, tome 2.) In klaren und seichten Flüssen ist eine ähnliche Methode aus zweyen hohlen Kugeln nicht zu verwerfen, die mittelst eines Fadens zu verbinden sind.

fortzuschwimmen gehemmt ist, dessen oberer Theil von dem daran stofsenden Wasser umgebogen wird, und unter die Oberfläche sinkt, so mufs das obere Ende desselben entweder durch ein Brettchen, welches ihn, vom Wasser getragen, wenigstens so lange auf der Oberfläche hervorstehend oder sichtbar erhält, bis ihn der in einem Kahn nachfahrende Beobachter aufziehen kann, gehen, oder man mufs den Stab an ein dünnes Schnürchen binden, welches, um es auf der Oberfläche des Wassers zu finden, mit seinem andern Ende eine schwimmende Korkscheibe oder leichtes Holz hat. Diese Vorrichtung ist dann nothwendig, wenn man die Tiefen in dem Operations - Bezirk nicht genau kennt und der Stab zu lang ist.

Ein solcher Stab wird mit der Geschwindigkeit des Wassers aus demselben Grunde, wie alle schwimmenden Körper in der Oberfläche fortgehen. Wenn aber das Wasser auf eine Tiefe, bis zu welcher der Stab eingetaucht ist, nicht einerley Geschwindigkeit haben sollte, so ist die Frage, mit welcher Geschwindigkeit alsdann derselbe fortgehen werde. Man sieht leicht ein, dafs der Stab, wenn er mit der gröfsten Geschwindigkeit, die an irgend einem Puncte in seiner ganzen Lage statt hat, fortgehen sollte, mit seinem übrigen Theile das Wasser mit einer gewissen relativen Geschwindigkeit durchschneiden müfste; dieses würde mit einer gewissen Kraft widerstehen, die zu überwinden ist, wozu aber in diesem Falle nirgends eine andere Kraft vorhanden ist. Die Geschwindigkeit der Stange mufs demnach geringer werden, als die gröfste Geschwindigkeit des Wassers in irgend einem Puncte. Eben so würde das Wasser die Stange mit einer relativen Geschwindigkeit stofsen und sie beschleunigen, wenn sie nur mit der kleinsten Geschwindigkeit fortgehen würde, welche das Wasser in irgend einem Puncte längs ihrer ganzen Länge hat, sie mufs also mit einer solchen Geschwindigkeit fortgehen, dafs der Stofs des Wassers auf denjenigen Theil der Stange, wo es schneller, als diese fliefst, eben so grofs ist, als der Widerstand, den das Wasser gegen die Stange auf denjenigen Theil ihrer Länge leistet, wo sie die Geschwindigkeit desselben übertrifft, folglich wird der Stab mit der mittleren Geschwindigkeit schwimmen, so lange er die senkrechte Stellung hat.

Soll nun in einem regulären Flufsbezirke (der dazu zu wählen ist) die mittlere Geschwindigkeit verschiedener Längen - Sectionen des Stromes gemessen werden, so nimmt man mehrere solche Stäbe, deren Eintauchungs - Länge, wegen den oben angeführten Umständen, nach den Tiefen des Stromes dergestalt bestimmt wird, dafs jeder Stab noch etwas über das Flufsbett fortschwimmen kann. Endlich ist, wenn man die Messung zur Gewinnung der Zeit in einem gleichen Zeitraume anfangen will, auf jeden Stab ein farbiges, mit einer Nummer zu bezeichnendes Fähnchen, das an einem Drath befestiget ist, zu stellen; damit man die Stäbe unterscheiden und die Zeit, worin sie den bezeichneten Raum durchschwimmen, beobachten kann; unterhalb welchem Raum sie wieder aus dem Strom genommen werden. Dafs aber weder dieses Fähnchen noch die oben angezeigte Korkscheibe einen anmerkenswerthen Einflufs auf

die Bewegung des stabes haben kann, wird man hoffentlich nicht glauben, da eines Theils dergleichen Messungen bey stillem wetter gemacht, und andern Theils die scheibe mit der Geschwindigkeit der oberfläche des wassers fortschwimmt.

Mit zehn solchen Stäben habe ich im July und August 1797 in dem Rheine, vier stunden von Darmstadt, da wo *Gustav Adolph* im I. 1631. diesen Fluſs passirte und wo das ihm von den Schweden gesetzte Denkmal steht (siehe Tab. 3.) deswegen die Messung angestellt, weil der Rhein hier eine reguläre Bahn hat. Die Dimensionen der stäbe waren:

1) Zwey runde stäbe von 4 Fuſs Länge und 1 ½ zoll im Durchmesser. 2) Zwey gleichfalls runde stäbe 9 ½ Fuſs lang, 1 ½ zoll im Durchmesser. 5) Ein vierkantiger stab 9 ½ Fuſs lang, 1 ½ zoll ins Gevierte;

4) ein runder stab,	6 Fuſs lang,		5 zoll im Durchmesser;		
5)	—	14 —	—	2	—
6)	—	16 —	—	2	—
7)	—	18 —	—	2	—
8)	—	20 —	—	2	—

9) Eine kleine Korkscheibe (schwimmer) um mit ihr die Geschwindigkeit in der oberfläche zu beobachten, war in rothem zeuge eingenäht, damit man sie in der Ferne sehen könnte.

Die stäbe waren alle mit guter oelfarbe angestrichen, damit sie nicht so leicht Wasser einziehen sollten, welches ihr Gewicht vermehrt und sie also zum schwimmen so lange unbrauchbar gemacht haben würde, bis man aus dem vorne erwähnten schuh einiges Eisen herausgenommen hätte.

Wie nun der Raum zwischen D G und C F, von tausend rheinländischen schuhen, in A B (Tab. 3. Fig. 1.) dergestallt abgesteckt worden war, daſs die Linie D G beynahe senkrecht auf die strombahn kam, und auf dieser Linie D G die Linien D C und A B genau senkrecht gekommen waren, wurde in die Linie D C von D ab, alle fünfzig schuh, ein Pfahl eingeschlagen. Die Linie A B lief in einer Entfernung von 70 Fuſs mit D C parallel. Auf jener wurde von A aus bis J hundert Fuſs abgesteckt, und nachher bis 13. immer 50 Fuſs. Alle diese Puncte 1. 2. 3. u. s. w. wurden gleichfalls mit kleinen Merkpfählen und bey der operation mit Meſsfahnen oder langen stäben bezeichnet. So konnte man also auf dem strome durch abvisiren, die Puncte wo die stabe in das wasser gelassen werden muſsten, und diese Puncte, wo zugleich die Tiefen gemessen wurden, in die Karte eintragen.

Jetzt fuhr man mit einem Kahn, worin sich die stäbe und ein Anker oberhalb K, als dem Platze, wo das Anker geworfen wurde, auf den Rhein, und um nur aus drey Ankerpunkten K L M die ganze operation bewerkstelligen zu können; so wurde die Linie H L K auch auf dem Lande in F und M abgesteckt.

Derjenige, welcher aus einem Kahne die Stäbe in den Strom liefs, fuhr nun in das Allignement A D und J, wo er also in den Punct J kam. Hier wurden die Stäbe und der Schwimmer in den Strom gelassen. Diesen Moment bemerkte der Beobachter, welcher in E stand. Er hatte sich auf dem grofsen Karlswerth einen Baum in der Richtung F F ausersehen, und sobald dieser oder jener Stab in diese Linie kam, bemerkte er die Zeit nach einer guten Secunde-Uhr, die arretirt werden konnte. Ein anderer Kahn wurde gebraucht, nachdem die Stäbe die Linie E F passirt hatten, sie wieder aufzufangen. Welches durchaus nöthig war, denn den Kahn, von dem die Stäbe abgelassen wurden, und welcher vor Anker lag, konnte man dazu nicht gebrauchen. Diefs alles sollte am 1ten Tage am 19. July geschehen, es lief aber in so ferne nicht günstig ab, weil zwey Stäbe verloren giengen, da man ihnen nicht schnell genug nachfahren konnte, und sie also durchs Aufstofsen auf dem Boden sich in eine schiefe Lage und endlich unter der Oberfläche legten, folglich gänzlich verschwanden. Wäre daran eine Schnur befestigt worden, wie ichs angeordnet hatte und vorne beschrieben habe, so würde diefs nicht geschehen seyn. Nach solchen Vorkehrungen wurden die Messungen bey verschiedenen Wasserhöhen und beym Fallen des Stromes angestellt und wiederholt. Die Resultate derselben sind aber bereits S. 37 bis 41. mitgetheilt.

§. 131. Folgende Vorschriften scheinen mir zu einem noch sichern Resultate zu führen, wenn man die Wassermenge mit Hülfe solcher Geschwindigkeitmessungen berechnen will. In der Mitte des Beobachtungs-Raumes, der nur fünfhundert Fufs lang seyn darf, wird ein Queerprofil so gemessen, wie es (Seite 14. u. s. w.) gelehrt worden ist Alsdann wird alle 4. 5. 6. oder 10 Ruthen, je nachdem man genau verfahren will (die Distançen können auch ungleich seyn) die Geschwindigkeit mit schwimmenden Stäben, die ½ bis 1 Schuh über den Boden schwimmen, in dem Beobachtungsraume (s. v. S. gemessen. An den beyden Ufern müssen die Perpendiculären sehr nahe und weit näher, als im Strome seyn, weil die Geschwindigkeiten wegen der Hindernisse, die das Ufer und die Adhäsion des Wassers an dieselben hervorbringen, sehr abwechseln.

Da es nun in einem Flufse, wie der Rhein der 960 Schuh breit ist, wohl hinreicht, wenn man die Geschwindigkeit in 12 Perpendiculären mifst, und diese Messung von zwey Beobachtern (in den Raum von 500 Fufs) in einem Tage bequem angestellt werden kann; die Kosten gegen den Zweck nicht nennenswerth sind und diese Methode mit Stäben ein genaues Resultat giebt, so wird sie hoffentlich in der Zukunft recht oft in Anwendung gebracht werden!

Der Gebrauch eines schwimmenden Stabes zur Erforschung der Geschwindigkeit des fliefsenden Wassers ist indessen keineswegs neu. Ein Italiäner, Nahmens Cabeo, hat ihn bereits im Anfange des 17. Jahrhunderts dazu vorgeschlagen, und Barattieri in seiner Architettura d'acque, parte II. lib. 1. cap. 6. empfiehlt ihn dazu, so wie auch Brunings. Siehe die erste Auflage S. 69. und 86.

§. 132. Mehrere schriftsteller glaubten indessen die wissenschaft des wasserbaues mit der Angabe von werkzeugen, zur Bestimmung der Geschwindigkeit des fliefsenden wassers in verschiedenen Tiefen bereichern zu müssen. Ich will demnach die Beschreibung einiger dieser werkzeuge vorzüglich aus der seite 171. erwähnten Bruningschen Abhandlung entlehnen, und soviel es mir nützlich zu seyn scheint, abkürzen, demjenigen aber, der hierüber weiter nachforschen will, auf diese citirte schrift selbst verweisen.

3) Die zu diesem zwecke von Nadi angegebene hydrometrische Flasche Fig. 5. Tab. 18. ist ein rechtwinkelichtes aus Blech verfertigtes Kästchen, aus dessen obere Fläche eine Röhre A B bis über die oberfläche des wassers aufsteigt, die in gewisse Theile eingetheilt ist, um zu sehen, wie tief die, an die in das Flufsbett eingesteckte eiserne stange G H befestigte Flasche unterhalb dieser oberfläche gesunken sey. Durch die auch zur Auslassung der Luft dienenden Röhre a b geht ein Drath, womit die kleine oeffnung x von innen verschlossen und geöffnet wird. Wenn man diese oeffnung gegen den strom kehrt, so läfst man das wasser während einer gewissen zeit in die Flasche einlaufen. Das Gewicht des eingelassenen wassers soll die Geschwindigkeit, womit es in die Flasche eingelaufen ist, und die für dieselbe gehalten wird, die in die Tiefe, worin die Flasche befestigt war, statt findet, andeuten.

Ohne zweifel wird man sich überzeugen: dafs, wenn gleich das Gewicht des in die Flasche eingedrungenen wassers die Geschwindigkeit angeben würde, womit es in die oeffnung der Flasche eingelaufen ist, diefs auch bey einen stillstehenden wasser, worin sie eingetaucht wird, erfolgt, dafs also auch darin eine Geschwindigkeit entdeckt werden müfste. Diese vorrichtung dient daher in der Ausübung zu keinem sichern Gebrauche.

4) Die *Pitotsche vorrichtung*, Tab. 18. Fig. 12., womit Pitot die Geschwindigkeit des wassers zu bestimmen glaubte, besteht aus einer etwa einen zoll weiten blechernen Röhre C B mit einer trichterförmigen oeffnung A D, worauf die gläserne Röhre G C geschoben wird. Hält man diese vorrichtung dergestalt in den strom unbeweglich, dafs das wasser senkrecht in die oeffnung A einstöfst und der gläfserne Aufsatz noch aus dem wasser hervorragt, so wird das gegen die oeffnung strömende wasser das in den gläsernen Röhren stehende heben. Es sey die Geschwindigkeit des erstern $= c$, so ist nach der Lehre der Hydraulik, dessen stofs gegen die oeffnung A, dem Gewichte einer wassersäule gleich, deren stofse die Geschwindigkeit c zugehört, also ist $= \frac{c^2}{4g}$ (g drückt die Fallhöhe aus). Die Höhe h, der dem stofse gegen A das Gleichgewicht haltenden wassersäule mufs demnach seyn $= \frac{c^2}{4g}$, und die Geschwindigkeit $c = 2 \sqrt{g} \sqrt{h}$. In dem 1ten Bande S. 154. u. s. w. d. 1, Auflage, ist dasjenige erörtert, was gegen die Anwendung dieses Instrumentes spricht.

5) Das Instrument, welches Ximenes auf den Arno sich bedient hat, und welches er Wasser-Fahne (ventola Idraulica) nennt, ist Fig. 9. Tab. 18. abgebildet. Eine hölzerne Zurüstung von vier Pfeilern, jeder ungefähr 31 rheinländische Fuſs lang, die oben durch eine viereckige Tafel, und unten mit einem Kasten wohl verbunden sind, deren jede Seite $9\frac{1}{4}$ Fuſs ist, macht den Körper dieses Instruments aus, welches vermittels der Steine, die in den Kasten gethan werden, gesenkt und auf den Boden als unbeweglich gestellt wird. An der einen Ecke sind, sowohl oben als unten, zwey eiserne Arme befestigt, wovon in der Figur der unterste mit P y bezeichnet ist, worin sich die Spindel P R drehet. An diese Spindel ist mit beweglichen eisernen Ringen, eine etwas längliche, vierkantige Platte, oder die sogenannte Wasserfahne A B D E befestigt, deren Länge A B = 46, 4 Zoll, und deren Höhe B D = 23, 1 Zoll ist. Vermittels einer in Fuſse eingetheilten Kette wird sie auf jeder gegebenen Tiefe ins Wasser gestellt. Der Abstand der Platte von der Spindel, oder der eiserne Arm A C, war ungefähr 9, 8 Zoll. An dem obern Ende der Spindel ist eine Scheibe R befestigt, um welche das Seil geht, von da ferner um eine andere Scheibe V läuft, und am Ende mit einem Gewichte Q beschwert ist. L M I, ist ein unbeweglicher, in Grade eingetheilter Halbzirkel, um dadurch, und vermittelst des Zeigers M, der in dem Umkreise der Scheibe R befestigt ist, die Umdrehung der Spindel, oder den Stand der Wasserfahne zu entdecken.

Die Richtigkeit dieses Instruments beruhet, wie man leicht sieht, auf die Richtigkeit der Theorie vom Stoſse. Da diese, wenigstens vom schiefen Stoſse, noch nicht so zuverläſsig ausgemacht ist, so würde es nöthig seyn, an dem Gewichte so lange zuzulegen, bis die Fahne A B D F sich dem Strome unter einen rechten Winkel entgegenstellte. Ximenes that dieſs nicht, sondern lieſs das Gewicht unverändert, und beobachtete die verschiedenen Winkel, in welchen die Fahne gegen den Strom erhalten wurde, und zwar nicht, wie die Theorie lehrt, nach dem Quadrate, sondern bloſs nach dem einfachen Sin. d des Stoſswinkels, welches er aus seinen vielen Versuchen über den schiefen Stoſs flüssiger Körper, als der Wahrheit näher kommend, gefunden zu haben glaubte.

6) Der von Castelli und Guglielmini vorgeschlagene Regulator, den man aus Mauern oder Holzwänden mitten in den Strom verfertiget, wodurch derselbe regelmässig flieſsen soll; so wie 7) die Vorrichtung mit der Kugel (Fig. 11. Tab. 18.), welche Lorgna gebraucht und endlich 8) der Quadrant, Fig. 6., sind in der Ausübung keiner richtigen Anwendung fähig, und ich verweise deſswegen auf die 1te Aufl. dieses Werkes B. I. S. 139. u. s. w. so wie auf die Bruningsche oben citirte Abhandlung.

9) Fossombroni sah die Mängel des Quadranten, die hauptsächlich Bonati im 3ten Theile der Denkschriften der italienischen Gesellschaft bemerkt hatte, ein, und gab deswegen ein eigenes Instrument an. Die Leser mögen beurtheilen, ob dieses wenigere Gebrechen hat. Man betrachte Fig. 24. Tab. 19., so stellt G F. den Fuſs

des Instrumentes dar, der dazu bestimmt ist, auf den Boden des Flufsbettes gesetzt zu werden. Der Theil G F besteht aus verschiedenen stücken, wovon ein jedes beynahe eine halbe Elle lange ist, welche so in einander geschraubt werden sollen, dafs man bey den Beobachtungen das Instrument ein jedesmahl um eine solche Länge erheben oder erniedrigen kann, nach dem eines von diesen Stücken hinzugefügt oder hinweggenommen wird. An dem oberen Theile wird die Stange F Q befestigt. Diese Stange ist triangulär, und wenn sie in dem Flusse unter der Oberfläche des Wassers ist, so mufs sie mit einem ihrer Kanten genau der Richtung des Flusses entgegen gestellt, seyn. Oben auf der Stange ist eine äusserst leichte Rolle Q, welche sich in der Richtung des Flusses dreht. A B ist eine cylindrische Röhre von dünnem Eisenbleche unter einem rechten Winkel an eine dünne aber steife Ruthe C D befestigt, die um den Punct D sehr leicht beweglich ist. Dieser Punct D befindet sich an derjenigen Seite der Stange, die der Kante entgegen steht, welche zuerst dem Laufe des Wassers begegnet. Es ist klar, dafs D C vermöge der Wirkung, die das Wasser auf die Röhre A B ausübt, ein bewegliches Pendel wird. Damit jedoch die Gröfse einer solchen Bewegung ausser dem Wasser bemerkbar werde, so ist z. B. an dem Puncte C ein leichter Drath von Metal befestigt, der bis zu dem äussersten Ende der Stange in F geht; wo er einen gläsernen horizontal angebrachten und auf eine solche Weise gebogenen Ring findet, wodurch dieser metallene Drath verhindert wird, aus der Ebene der Rolle Q zu gleiten, welcher Drath, indem er durch den Ring kommt, in ein in die Stange angebrachtes längliches Loch geht, sich über die Rolle Q biegt, und von da senkrecht bis zum Puncte D hinuntergeht, wo er an seinem Ende eine kleine messingene Platte P hält. Diese Platte ist in zwey andere an die Axe angebrachten Platten E H eingefugt, und zwischen denselben leicht beweglich. Diese, indem sie nach einem gewissen Mafse so eingetheilt sind, dafs ihre Eintheilungen mit denen der Platte P correspondiren, geben alsdann die Scale für die verschiedenen Abweichungen des Pendels, welche also dienen, die verschiedenen vom Strome herrührenden Stöfse zu bemerken. Die verschiedenen Dimensionen zu bestimmen, überläfst übrigens der Verfasser einem jeden, der sich des Instrumentes bedienen will; dessen Anwendung äusserst schwierig seyn wird, ohne ein sicheres Resultat zu liefern.

9) Der von Michelotti angegebene Wasserhebel oder die hydraulische Schnellwage Fig. 10. Tab. 18. beruht auf die Lehre vom Stofse des fliefsenden Wassers, und da sie von dem verewigten Brunings zu seinem Strommesser zum Grunde gelegt wurde, so mag die Beschreibung davon hier aus der ersten Auflage, welche Hr. Kröncke aus jener Abhandlung entlehnte, so wie die von demselben übersetzte Beschreibung der Bruningschen Vorrichtungen aufgenommen werden.

Dieses von Michelotti angegebene Instrument besteht aus einer runden Stange und aus einer dünnen platten Stange, welche die erste unter einen rechten Winkel bey B (Fig. 10. Tab. 18.) in zwey ungleich lange Arme theilt. An dem Ende des

kürzern Armes befindet sich ein Gewicht, um dem längern das Gleichgewicht halten zu können. Längs diesem längern Arme, der in Fuſse, Zolle und Linien Pariser Maſs eingetheilt ist, ist eine Wagschale, vermittelst eines Ringes, beweglich, worin die Gewichte gelegt werden können. In dem oberen Theile der platten, 63 Zoll langen Stange, oder Leiste, befinden sich eilf, drey und drey Zoll von einander entfernte Löcher, so, daſs also das lezte, 32½ Zoll vom untersten Ende, sich gerade in der Mitte der Stange befindet. Am untersten Ende ist eine rechtwinkelige Ebene von Messing befestigt. Die runde Stange drehet sich um zwey von unten aufwärts gebogenen Zapfen, die zu beyden Seiten an einem in den Nuthen eines vertikalen Gestelles (Fig. 13. Tab. 18.) auf- und nieder beweglichen kleinen Rahmens befestigt sind. Das Gestell ruhet auf einer viereckigen, hinlänglich schweren Basis, damit die Machine bey den Versuchen recht fest stehe. An jeder der vier Ecken dieser Basis ist eine eiserne Schraube, die in der Figur zwar nicht ausgedrückt sind, aber dazu dienen, das Instrument vertikal stellen zu können. Im obern Theile des kleinen Rahmens geht quer über ein kleines Brettchen (ritegno, Rückhalt) in dem eine Oeffnung 15 Linien breit, und 50 Linien lang gemacht ist, durch welche der obere Theil A der eisernen Leiste (Fig. 10. Tab. 18.) geht, damit diese keine zu groſse Schwingungen machen, oder nicht zu sehr von der vertikalen Lage abweichen könne. Dieses Brettchen ist in der Fig. 13. nicht ausgedrückt, wo auch überhaupt der obere Theil der eisernen Leiste fehlt, indem diese Figur das Instrument so darstellt, wie Brunings es abgeändert hat.

Brunings hat dieses Instrument, nachdem er zuvor einige Abänderungen dabey angebracht hatte (*), zu mehreren Messungen in der Oberfläche, und bis auf eine gewisse Tiefe gebraucht, und empfiehlt es zu dieser Absicht sehr. A B C D (Fig. 13. Tab. 18.) ist das hölzerne Gerüst, 5½ Fuſs rheinländisch hoch, E F G H und e f g h sind die in den Nuthen der hölzernen Ständer beweglichen hölzernen Rahmen, die vermittels eiserner Platten, wovon die eine durch K angedeutet worden, auf eine jede Höhe, von Zoll zu Zoll befestigt werden können. Der ganze Raum, in dem sie auf- und niederbewegt werden können, beträgt 3½ Fuſs; L M, l m sind die gebogenen Zapfen, um welche die Axe der Schnellwage sich drehet. Auf diese Axe ist der Zeiger O rechtwinkelig befestiget, welcher durch die längliche Oeffnung P, in dem einen der beweglichen Stücke E F G H, angesehen wird, da er auf den Bogen Q das Schlenkern und das Gleichgewicht genau anzeigt. N ist das an den kürzern Arm des Wagebalkens befestigte Gewicht, um den gröſsern, 3 Fuſs 1 Zoll langen Arme das Gleichgewicht halten zu können. Das Brettchen R, wogegen der Strom seine Kraft äussert, ist drey Fuſs lang, und 4 Zoll hoch, so daſs der Flächeninhalt = 144 Quadrat-Zoll, oder = 1 Quadrat-Fuſs ist. Sollte diese Fläche nicht hinlänglich seyn, um auch bey einem sehr geringen Strome in Bewegung gesetzt zu werden, so kann dieselbe begreiflich gröſser genommen werden. Die verticale Stange S R, deren scharfe Seite nach dem

(*) Ueber die Geschwindigkeit des flieſsenden Wassers.

strome gekehrt ist, hat eine Länge von 4 Fuſs 8¾ Zoll, vom Bewegunspuncte S bis an den Mittelpunct des Brettchens R gerechnet. An den beweglichen Hacken T wird die kleine Schale für kleine Gewichte, oder auch das Gewicht selbst gehängt. Dieses Werkzeug wird endlich auf eine Brücke, oder auf eine Floſsbrücke (vlonder) gestellt, die auf Balken über zwey von einander liegenden und gekuppelten Flöſsen geschlagen ist, um den Strom auch nicht durch das mindeste Hinderniſs zu stören. So gute Dienste dieses Werkzeug in der Oberfläche, und auch bey einer geringen Tiefe unter derselben noch thun mag, so dürfte es doch auf eine etwas gröſsere Tiefe nicht wohl mehr gebraucht werden können, da alsdann erstens, die Wirkung des Wassers auf die vertikale Stange S R nicht ganz unbedeutend mehr bleiben kann, zweytens aber auch, weil dann das Wasser an einen zu langen Hebel wirken, und dadurch ein zu groſses Gegengewicht erforderlich seyn, und also die Reibung an der Axe der Wage zu groſs werden würde. Leupold beschreibt zwey ähnliche Vorkehrungen (*), die aber auch nur in der Oberfläche gebraucht werden können.

10) Brunings sah das Mangelhafte dieses Instruments zu gut ein, und erdachte daher ein neues, welches er Tachometer nennt; er hat es in einer mir im Jahre 1797 mitgetheilten, in holländischer Sprache geschriebenen Abhandlung und in den Sammlungen von verbaalen en Rapporten, in holländischer Sprache beschrieben. Da dergleichen Beschreibungen der Erfinder immer zum Besten entwirft, so will ich dieselbe aus der oben angeführten Uebersetzung hier aufnehmen. A B C D (Fig. 14. Tab. 18.) ist eine kupferne Platte, deren jede Seite 6 rheinländische Zoll groſs ist, welche bey den Versuchen rechtwinkelig gegen den Strom gekehrt, welche sich, indem sie von dem Strome zurück gestossen wird, mit sich selbst parallel sich bewegt. Zu diesem Ende ist auf die innern, oder auf die dem Strome abgekehrte Seite im Mittelpuncte der Gröſse, welcher hier auch zugleich der Mittelpunct der Schwere ist, ein vierkantiger kupferner Stab a b, 9½ Zoll lang und $\frac{7}{16}$ Zoll im Viereck dick, angeschraubt, der ohne dem noch mit einem rechtwinkeligen Knie b c = 2 $\frac{1}{16}$ Zoll lang versehen ist. An dieses Knie wird ein kleines getehrtes Seil befestigt, das um die Scheibe E läuft. — Ein zweyter kupferner Stab d c, lang 5$\frac{7}{16}$ Zoll, breit ¾ Zoll und hoch $\frac{7}{8}$ Zoll, ist an das längliche Stück Kupfer F G H befestigt, und mit einem rechtwinkeligen Knie versehen, woran vermittelst eines Bügels, die eben gedachte Scheibe E befestigt ist. An das Ende dieses unbeweglichen Stabes bey f, so wie auch an das Stück Kupfer F G H, bey g, sind kleine horizontale und verticale Rollen angebracht, über welche der erstgemeldete Stab a b sich bewegt. Auf der obern Seite des unbeweglichen Stabes d e ist eine kupferne Strebe, unter einen Winkel von 45 Grad bey h angeschraubt, um alles Schlenkern zu verhindern, und das gesamte Werkzeug, auch bey dem stärksten Zuge über die Scheibe E, in einem rechtwinkeligen Stande zu erhalten. Diese Zurüstung wird vermittelst der

(*) Theatrum machinarum generale §. 504. — 507. Tab 59. Fig. 1.

schrauben i, K und L mit der gezahnten stange (Heugelstock) I I I vom Mahagoniel-Holze verbunden, wovon die Figur hier einen Theil darstellt, den wir aber doch noch ausführlicher beschreiben werden. Diese gezahnte stange ist nämlich auf der einen seite platt, und auf der andern dreyeckig. Ihre Dicke beträgt hinten 1¾ zoll, und vorne 8 Linien: die Breite der platten seite (ohne die zähne) ist 1 zoll, welche zähne vom Mittel zum Mittel gerechnet einen zoll von einander abstehen. Die Länge dieser gezahnten stange ist 5 Fufs ohne den zapfen (hol. Lip) an dessen einem Ende, welches noch ungefähr 5 zoll lang ist, und an dessen innere seite eine kupferne Feder befestigt wird, welche an dem äufsern Ende mit einem widerhacken versehen ist. Eine andere gleiche gezahnte stange hat an dem einen Ende eben einen solchen zapfen und Feder, an das andere Ende aber wird eine kupferne vierkantige Röhre, ungefähr 5 zoll lang, und von gleicher Dicke wie die stange, auf dasselbe befestigt. In dieser kupfernen Röhre der zweyten stange kömmt der zapfen und die Feder der ersten, wo denn der widerhacken der Feder in eine Oeffnung fafst, die in eine der seiten dieser viereckigen Röhre angebracht ist. Auf diese weise befestigt man bey den versuchen so viel stangen auf einander, als die Tiefe des wassers erfordert, die man zuvor durch verpeilung gefunden hat. — Der strommesser, dessen ich mich bisher bedient habe, sagt Brunings, besteht aus 8 solchen gezahnten stangen, die zusammen eine Länge von ungefähr 38 rheinländische Fufs ausmachen.

Dieses Instrument, wird an einen eichenen oder tannenen Pfahl A B B C C (Fig. 15. Tab. 18.) befestigt, und zwar so, dafs die scheibe E (Fig. 15.) mit ihrem Bügel in einer dazu in diesem Pfahle angebrachten Nuthe, 2 zoll tief, geht. An der andern, oder vordern seite des Pfahls ist auch eine Nuthe, worin die gezahnte stange pafst, die nämlich auf die Art der schwalbenschwänze gemacht ist, und worin die stange längs dem Pfahle sich frey auf und nieder bewegen kann. Hierdurch ist die scheibe E, die mit dem seile und der daran befestigten Kette in der hintern Nuthe ganz verborgen ist, gegen alle wirkung des stromes gesichert, und an der andern seite verhindert die dreyeckige Gestalt der gezahnten stange und deren Nuthe, dafs dieselben, wie viel ihrer auch an einander gefügt seyn mögen, sich nicht durchbiegen, oder aus der Nuthe weichen können. — Fig. 15. zeigt die zusammenfügung dieses werkzeuges mit dem Pfahle, wo man von der hier unsichtbaren vorderseite oben noch einen Theil der gezahnten stange I I hervorragen sieht. Die vorderseite dieses Pfahls mit der Nuthe nach der Art der schwalbenschwänze, sieht man in der 16ten Fig. — Oben auf dem Pfahle wird noch ein stück K L M N (Fig. 16.) von gleicher Dicke, ungefähr 15 zoll lang, und an der vorderseite mit einer gleichen Nuthe versehen, vermittels zweyer stücke Eisen, wovon das eine bey m n angedeutet ist, befestigt. Da dieses stück nicht eher auf den Pfahl gesetzt wird, als bis er im wasser steht, und der strommesser daran befestigt ist, so ist es am besten, dafs diese eiserne Platten mit hölzernen schrauben, die oben mit platten und breiten Handgriffen versehen sind,

befestigt werden, damit sie mit der Hand gedrehet werden können. An das obere Ende dieses Ansatzes, gerade vor der Nuthe, ist ein kupferner Trilling (Rondzell) o p von sechs Stäben befestigt, wovon ein jeder einen Zahn in der gezähnten Stange faſst, so, daſs also eine ganze Umdrehung dieses Trillings, einen Auf- oder Niedergang von 6 Zoll beträgt. Um ferner mit Bequemlichkeit beobachten zu können, wie viel die Platte hinunter gelassen, oder höher herauf gebracht sey, ist auf die Fläche dieses Trillings ein Zifferblatt P angebracht, dessen Umkreis in sechs gleiche Theile eingetheilt ist, auf welchem ein Zeiger (der vermittelst einer Stellschraube auf eine jede Abtheilung gestellt werden kann) den Auf- und Niedergang des Strommessers A B C D (Fig. 15.) in Zolle anzeigt, wobey man nur bloſs zu beobachten hat, auf welche Abtheilung dieser Zeiger gestellt war, als die obere Kante des Strommessers mit der Oberfläche des Wassers gleich war. Die eine Grundfläche des Trillings ist mit Zähnen versehen, in welche ein Sperrhacken (Palletie) o p fällt, und das Zurückgehen des Trillings verhindert, wodurch also die gezahnte Stange und der Strommesser auf eine jede beliebige Höhe erhalten werden kann. Uebrigens wird dieser Trilling durch eine Kurbel R Q herumgedreht, wie die Figur deutlich genug darstellt.

An der hintern Seite dieses Ansatzes ist eine Tafel S T U V (Fig. 15. und 16.) fest geschraubt, welche dazu dient, den Wagebalken W X (Fig. 15.) mit seinem Zubehöre zu tragen. Die Axe dieser Waage ist eine Schärfe. Ferner ist an derselben ein Zeiger angebracht, nicht um das Gewicht, sondern um den horizontalen Stand, so wie das Schlenkern auf ein Zifferblatt anzuzeigen, wodurch man folglich das Gleichgewicht genauer erhält. Das Zifferblatt hängt an einem Hacken, und wird vermittelst der Schraube x an die Tafel fest geschraubt, daſs es sich nicht verrücken kann. — Damit die Kette des Strommessers auf eine jede beliebige Höhe befestigt werden könne, hängt an dem kurzen Arme des Wagebalkens oder des Hebels eine kupferne Zange q, die mit ihrem Stifte, um welches sie sich leicht drehet, in der 17. Fig. noch genauer dargestellt ist. An die innern einander gegenüberstehenden Scheren, sind zwey Stifte angebracht, um die Kette damit desto besser zu halten. Der kleine Stift y mit der kleinen Kette an dem Waagebalken dient dazu, diesen in eine jede Lage befestigen zu können. An dem langen Arme des Waagebalkens sieht man auſser der Schale, worin das Gewicht gelegt wird, noch ein kleines Gewicht, das der Kette, nachdem sie kürzer oder länger ist, zum Gegengewichte dient.

Aus dieser Beschreibung wird man den eigentlichen Zweck dieses Instruments, und die Art, wie die Versuche damit angestellt werden, leicht einsehen. — Die Platte wird nämlich dem Strome entgegen gekehrt und der Wagebalken vermittelst des Stiftes y so befestigt, daſs der kurze Arm unter der Horizontal-Linie und der Zeiger auf 4 kommt, wo dann derselbe mit einer senkrechten Linie oder auch der Wagebalken mit der Horizontal-Linie, ungefähr einen Winkel von 40 Grad macht. Nun ziehe man die Kette straf an, ohne jedoch die Platte merklich vorwärts gegen den

strom zu bewegen, und befestige sie so zwischen die zange q r. Wenn man alsdann das stiftchen wegnimmt, wird die Platte etwas gegen den strom gezogen, um die erste Reibung und Trägheit zu überwinden: und dann sucht man das Gegengewicht, wodurch der wagebalken nach einigen schlenkerungen, eine geraume zeit in den horizontalen stand erhalten wird. Dieses Gegengewicht ist folglich der Kraft des stromes gleich."

„Um ferner den Gebrauch und die Behandlung dieses strommessers vollkommen zu kennen, wird es nicht überflüſsig seyn, hier eine Beschreibung von derjenigen zurüstung zu geben, welcher ich mich bisher bey den angestellten versuchen in den Flüssen bedient habe. — Das erste, was hierzu erfodert wird, ist eine Art treibende Brücke, welche überall, wo man es verlangt, gegen den stärksten strom hingeführt, und mit Ankern befestigt werden kann. Zwey Fahrzeuge mit platten Böden (Fig. 20. und 21.) ungefähr 44 Fuſs lang, 9 Fuſs breit, und 1 Fuſs tief ins wasser eingesenkt, sind in einer Entfernung von 12 Fuſs an den vorder- und Hintertheilen mit einander verbunden. In die Borten dieser Fahrzeuge oder Prahmen werden eine hinlängliche Anzahl Balken eingefügt, über welche ein Boden mit einem darüber errichteten verdecke gelegt ist. In der Mitte der Breite dieses Bodens ist eine starke eichene Planke befestigt, welche mit einer Klappe versehen ist, die aufgeschlagen werden kann, und in welche eine an der seite mit eisernen Bügeln verstärkte viereckige Oeffnung (Fig. 20.) angebracht ist, um den Pfahl A B B C C darin, mit dem strommesser gegen den strom gekehrt, anzubringen, da das stellen dieses Pfahls bey einem starken strome mit vorsicht geschehen muſs. Deswegen ist er unten zugeschärft, und mit einer eisernen spitze, und eben über dieser spitze mit einem eisernen Ringe versehen. Ein seil, an einem Anker befestigt, welcher stromaufwärts auf dem Boden des Flusses liegt, wird durch diesen Ring, und von hier über den vordersten Balken, wodurch die beyden Prahme zusammen gekuppelt sind, geleitet, wodurch man also, wenn das seil festgehalten wird, verhindert, daſs der Pfahl, ehe er den Grund erreicht hat, voraus treiben kann. Durch zwey andere seile an eben diesen Ring befestigt, welche von zwey Personen, die zur seite in den Prahmen sich befinden, regiert werden, ver[illegible] man die seitwärts gehende Ausweichung des Pfahls. Auf diese Art wird er durch die Oeffnung auf den Boden lothrecht gestellt, allwo derselbe, wenn er mit der eisernen spitze nur erst den Grund erreicht hat, fest genug steht, um dem stärksten strome widerstand leisten zu können. Um hier aber noch mehrere Festigkeit zu erhalten, und alle Bewegung und schlenkerung des Pfahls genugsam zu verhindern, wird unten, mit dem Boden der Brücke gleich, ein eiserner Bügel (der sich vermittelst eines Gewindes öffnet, und an der innern seite mit scharfen zacken versehen ist) an den Pfahl geschraubt, und ein seil an diesen Bügel befestigt, der nach hinten zu straf angespannt, und auf den Boden fest gemacht wird. Ein zweyter gleicher Bügel wird an das obere Ende des Pfahls, unge-

fähr bey C C (Fig. 15.) angeschraubt, um an jeder seite eine Rolle, oder einen Kloben daran zu befestigen. Um diese Rolle läuft ein seil über eine andere Rolle, welche zu jeder seite des Pfahls, aufser an der Brücke hängt. Diese seile, wenn sie recht straf angezogen werden, sind hinlänglich, alle Bewegungen des Pfahls gänzlich zu verhindern.

Bey dieser Berechnung, sagte Brunings so: bin ich derselben Methode gefolgt, welche ich bey Gelegenheit der versuche mit der hydraulischen schnellwage gezeigt habe; nur mit dem unterschiede, dafs $\frac{S\,A}{P.\,t}$ hier einen andern unveränderlichen Logar: nämlich 9,8698003 gibt, indem s in diesem Falle = 36 Quadrat-zoll ist; ferner: dafs das bey den versuchen gefundene Gewicht p noch einiger Reduction unterworfen ist. Denn erstens mufs hier; wenn man genau verfährt, das Gewicht der Kette abgezogen werden, indem übrigens der wagebalken so eingerichtet ist, dafs die eben erwähnte schere q r am kurzen Arme des wagebalkens ins Gleichgewicht gebracht ist. Denn die Kette, wenn sie einige Fufs lang an dem kurzen Arme des wagebalkens oder Hebels hängt, würde das Gewicht p um ein merkliches vergröfsern, welches also bey der Berechnung nicht vernachläfsiget werden darf, dieses abzuziehende Gewicht kann man sehr genau bestimmen, wenn man zuvor untersucht hat, wie viel ein Fufs Länge von dieser Kette wiegt. Von derjenigen, welche ich (Brunings) bey den Versuchen gebraucht habe, wiegt die Länge eines Rheinländischen Fufses 227 Gran, oder 0,029567 Pf. Trois Gewicht."

„Ferner darf man bey diesem werkzeuge die Reibung keineswegs ausser Acht lassen, da ein Theil derselben eine verminderung, und ein anderer Theil wiederum eine vermehrung des gefundenen Gewichtes p nothwendig machen. Dem strome, indem er gegen die Platte stöfst, und dieselbe zurück zu treiben trachtet, wirkt ausser dem Gegengewichte an dem langen Arme des Hebels, auch noch die Reibung des vierkantigen stabes a b entgegen, welche zwar nicht über die ganze Länge des stabes (weil das Gegengewicht dieses verhindert), sondern über die Länge von ungefähr ½ zoll geht, so viel nämlich als die augenblicklich mehrere oder wenigere stärke des stromes im stande ist, die Platte in Bewegung zu setzen. Diese Reibung mufs daher, weil eben defswegen eine gröfsere stärke des stromes erfordert wird, noch zu dem Gewichte p hinzu gerechnet werden. Dagegen mufs die Reibung des wagebalkens auf seiner Axe, so wie auch die, welche von der scheibe E herrührt, von dem Gewichte p abgezogen werden. Um hierin mit so vieler sicherheit, wie möglich, zu werke zu gehen, habe ich verschiedene versuche, dieser Reibung wegen, angestellt, und dafür gesorgt, dafs alle beweglichen Theile mit reinem Oele gut geschmiert waren.

„Der erste versuch betraf die Reibung der kupfernen scheibe E, deren Durchmesser 1½ zoll beträgt, und welche sich auf eine Axe, ½ zoll im Durchmesser, dreht. Diese scheibe wurde an jeder seite mit Gewichte beschwert, von ½ Pf. bis zu 4 Pfund, und unter

sucht, wie viel bey einem jeden von diesem Gewichte an der einen seite hinzu gefügt werden mufste, um die Reibung zu überwinden, wodurch also das verhältnifs der Reibung zum absoluten Drucke bestimmt ward. Dieser Druck wurde erstens reducirt im Verhältnifse des Durchmessers zu der chorde eines Quadranten, das ist nahe genug, wie 1000 : 707. Denn weil das totale vermögen zweyer Kräfte, die in parallelen Richtungen ziehen, zu dem partialen vermögen zweyer in einem rechten winkel ziehenden Kräfte sich verhält, wie 1000 : 707, so mufs auch in diesem Falle das Gewicht, welches über eine scheibe wirkt, im verhältnisse wie 1000 : 707 reducirt werden (*). Ferner mufs dieses Gewicht im verhältnisse des Halbmessers der scheibe zu dem der Axe reducirt werden. Und endlich noch im verhältnisse der durch versuche gefundenen Reibung. Auf diese weise fand ich, dafs die Reibung dieser scheibe, oder vielmehr das verhältnifs zwischen der Reibung und dem Drucke genau genug $\frac{1}{9}$ betrage. In Rücksicht der Reibung, welche bey der Bewegung der Platte statt findet, mufs man sich erinnern, dafs hier keine andere Reibung ist, als die, welche der lange stab a b zwischen den kleinen horizontalen und vertikalen Rollen leidet, über welche er sich bewegt, und also keine andere Reibung statt hat, als die ein Körper leidet, der über eine glatte und ebene Fläche, und zwar, wie wir schon bemerkt haben, nur in einer Länge von $\frac{1}{2}$ zoll sich bewegt. Ich (Brunings) habe durch wiederholte versuche bestimmt, welches die Reibung dieser Bewegung ist. Zu dem Ende liefs man ein hölzernes Gerüst verfertigen, welches so beschaffen war, dafs die Platte sich in einer horizontalen Richtung bewegte, und da fand ich, dafs sie, selbst ohne geschmiert zu seyn, durch ein Gewicht von einer Unze in Bewegung gebracht wurde. Da dieses Gewicht in einer, vermittelst einer Kette in dem Mittelpunct der Platte befestigten kleinen schale angebracht war, wobey die Kette über die scheibe E lief, deren Reibung, wie wir eben gesehen haben, $\frac{1}{9}$ beträgt, so mufs auch das Gewicht noch im verhältnifse der Reibung der scheibe, das ist, um $\frac{1}{9}$, vermindert werden. Die wahre Reibung der Platte beträgt also 0,05555 Pfund, oder ungefähr 426,6 Grän, welches Gewicht, wie wir schon hier vorne erinnert haben, noch zu der Kraft des stromes hinzu gethan werden mufs, wenn man die äufserste Genauigkeit beobachten will. — Was endlich die Reibung des wagebalkens anbelangt, so glaubte Brunings, dafs derselbe für nichts zu achten ist, wenigstens, als unmerklich klein, vernachläfsiget werden kann, da derselbe sich auf keiner Axe, sondern auf einer schärfe dreht. Es ist zwar wahr, dafs eine jede schärfe noch immer einige oberfläche hat. In der Practik aber kann man sie als eine Linie ansehen, die sich in sich selbst drehet. Durch versuche fand man wenigstens, dafs die Axe des wagebalkens, wenn sie mit zwey Pfund, die in gleicher Entfernung von dem Bewegungspuncte angebrackt waren, gedruckt wurde,

(*) Man sehe den Beweis hiervon in dem vortreflichen werke vom Abt Ximenes, Theoria e prattica delle resitenze de Solidi ne' loro attriti. T. I. p. 13. et seqq. — Ferner die vortreflichen positiones Physicae, von dem berühmten Professor van Swinden. T. II. p. 306. §. 316.

das Gleichgewicht durch Hinzufügung von blofs drey Grän schon aufgehoben, wurde. Woraus ich glaube schliefsen zu dürfen, dafs die Reibung des Wagebalkens zu gering ist, als dafs dieselbe sollte mit in der Rechnung gebracht werden müssen."

„Aus dem Bisherigen ist also klar, dafs das Gewicht, welches bey den Versuchen mit dem Strommesser gefunden wird, (nach Abzug der Schwere der Kette) der Kraft des Stromes gleich zu machen, blofs wegen der Reibung der Scheibe E um $\frac{1}{9}$ vermindert werden mufs. Dagegen aber mufs die Kraft des Stromes und also auch das Gewicht, welches derselben gleich ist, wegen der Reibung der Platte, wie hier vorne gefunden worden, wieder um 426,6 Grän vergröfsert werden."

„Zu Folge dieser Gründe und der oben gemeldeten Formel $x = \frac{S\,A\,p}{P\,s}$, nebst der bekannten Regel, die mit der Höhe x übereinstimmende Geschwindigkeit zu finden, habe ich die hier unten anzuführenden Versuche, und zwar der Bequemlichkeit wegen, mit Logarithmen berechnet. Die Formel dieser Berechnung ist also:

Das bey den Versuchen gefundene Gewicht nenne man $= \pi$

Dessen Abstand auf dem langen Arme des Wagebalkens vom Bewegungspuncte, ausgedrückt in Theilen, wovon 120 die ganze Länge des Hebels ausmachen $= a$

Der kurze Arm hat dieser Theile $= 16$

Das Gewicht der Kette sey $= k$;

So ist das reducirte Gewicht p . . . $= \left(\frac{\pi a}{16} - k + 426{,}6 \text{ Grän}\right) \frac{8}{9}$.

„Ueberlegt man aber, wie ich schon mehrmal zu erinnern Gelegenheit gehabt habe, dafs es bey Versuchen dieser Art auf eine Kleinigkeit nicht ankömmt; weil es doch die gröfste Ungereimtheit seyn würde, eine solche äufserste Genauigkeit von ihnen fordern zu wollen, so wird man finden, dafs diese Rechnung merklich verkürzt werden kann, wenn man die Wehrte des Gewichts der Kette, oder k für dreyerley Längen, z. B. von 10, 20 und 30 Fufs bestimmt. Wenn das Gewicht von jeder dieser drey Längen der Kette (nach Abzug der Reibung der beweglichen Platte, weil die der Kraft des Stromes hinzu gefügt werden mufs) als ein Gegengewicht an den langen Arm des Wagebalkens gehangen wird, so kann der geringe Unterschied, und die kleine Unrichtigkeit, die, genau angenommen, dennoch statt hat, vernachläfsigt werden. — Eine Länge von 10 Fufs von der Kette, welcher ich mich bisher bediente, wogen $9\frac{1}{2}$ Loth. Hiervon die Reibung der Platte abgezogen . . . 426,6 Grain.

so bleiben 7 Loth 173,4 Gr.

„Das Gleichgewicht, auf das äufserste Ende des langen Armes des Wagebalkens (das ist, bey meiner Eintheilung, auf die 120ste Abtheilung) gehangen, mufs betragen 239,15 Gr.

20 Fufs Länge von der Kette wiegt 19 L. 0 Gr.

Hiervon wegen der Reibung der Platte abgezogen 426,6.

bleiben 17 L. 53,4.

Das Gegengewicht, auf die vorige Art aufgehangen, mufs betragen	2 L. 53,4 Gr.
Eine Länge von 30 Fufs von der Kette wiegt	28 L. 120 Gr.
Die Reibung der Platte hier abgezogen	426,6.
	läfst 26 L. 173,4.

Das Gegengewicht, auf die oben beschriebene Art aufgehangen, mufs betragen 3 L. 76,6.

„Wenn man sich drey solcher Gewichte zum Gegenwichte bedient, wie ich bey nachstehenden Versuchen gethan habe, so wird die Berechnung derselben, vorzüglich mit Logarithmen, nicht blofs einfacher, sondern man kann sich Tafeln berechnen, wodurch man, wenn das Gewicht, und der Abstand auf dem langen Arme vom Bewegungspuncte als bekannt angenommen wird, die demselben zugehörige Geschwindigkeit gleich finden kann. Diefs angenommen, gibt $p = \frac{\pi a}{16} \cdot \frac{8}{9} = \frac{\pi a}{18}$.

„Zu dem Logarithmen dieses reducirten Gewichtes, wird wieder, wie vorher, der unveränderliche Logar. von $\frac{SA}{Ps} = {}'9,8698003$ hinzugethan, so hat man die Höhe der Wassersäule $= x$. Hieraus die Quadrat-Wurzel gezogen, oder den Logarithmen mit zwey dividirt, und zu den vorne erwähnten unveränderlichen Logarithmen 1,4371829 addirt, so bekömmt man den Logarithmen der gesuchten Geschwindigkeit. — Zum Beyspiele: bey einem der nachstehenden Versuche war das Gewicht mit dem der Schale, oder $\pi = 2,3842$ Pfund, und bey dem Gleichgewichte mit der Kraft des Stromes war seine Entfernung vom Bewegungspuncte 33 Theile, oder es war $a = 33$.

Die Berechnung ist also diese:

Log.	π =	0,3773427
—	a =	1,5185139
		1,8958566
—	18 =	1,2552725
—	p =	0,6405841
—	$\frac{SA}{Ps}$ =	'9,8698003
	x =	0,5103844
	2)	0,2551922
Const.	Log. =	1,4371829
	also ist	1,6923751

der Logar. der gesuchten Geschwindigkeit in einer Secunde in Zolle ausgedrückt, wofür man in der Tabelle 49,247 findet. Da bey der Berechnung der Tafeln immer einerley Gewicht vorausgesetzt wird, dafs π also eine unveränderliche Gröfse ist, so kann die Berechnung noch sehr verkürzt werden. Man setze $\frac{SA}{Ps} = H$, so gibt Log π + Log. H — Log. 18. einen unveränderlichen Logarith, den wir hier Log. Z. nennen

wollen. Setzt man ferner den unveränderlichen Log. von $\frac{374,4}{\sqrt{187,2}}$ nämlich 1,4371829 = Log. B, und die gesuchte Geschwindigkeit = V, so ist die Formel, die zu der Berechnung solcher Tafeln dient, diese: $\text{Log. V} = \frac{\text{Log. z.} + \text{Log. a.}}{2} + \text{Log. B.}$

„Wenn die Geschwindigkeit der Versuche nach dieser Formel gefunden worden ist, so bleibt nur noch die Frage übrig, wie aus diesen verschiedenen Geschwindigkeiten auf den verschiedenen Tiefen, die mittlere Geschwindigkeit zu finden sey. Ich nahm an, daſs aus einer solchen Reihe von Versuchen, die in kleinen und gleichen Entfernungen von einander, angestellt sind, die mittlere Geschwindigkeit, der Wahrheit nahe genug gefunden werde, wenn man nach der bekannten Methode die Summe der gefundenen Geschwindigkeiten durch die Zahl der Versuche dividirt. Weil aber (wie der Hr. Prof. Hennert, in seinem bereits angeführten Berichte mit Recht bemerkt) die mittlere Geschwindigkeit aus einer solchen Reihe von Versuchen, durch eine mehr mathematische, also genauere Methode, die auf die Quadratur der krummen Linie gegründet ist, sich bestimmen läſst, so werde ich das Hauptsächlichste davon (mit Bewilligung des Herrn Professors) hier beybringen.“

„Die lebendige Höhe A G (Fig. 19. Tab. 18.) sey bey allen Versuchen in gleiche Theile A B, B C, C D u. s. f. eingetheilt. Die Ordinaten A a, B b, C c etc. sind die bey den Versuchen gefundenen Geschwindigkeiten, so ist bekannt, daſs der Flächeninhalt A a G g aus den Trapezien A a B b, C c etc., deren Höhen A a, B b etc. gleich sind, durch die Formel $\left(\frac{Aa}{2} + Bb + Cc + \ldots \frac{Gg}{2}\right)$ A B bestimmt wird. Das heiſst, man addirt die halbe Summe der beyden äuſsersten zu der Summe aller dazwischen liegenden Geschwindigkeiten, und multiplicirt diese Summe mit der Entfernung A B, auf welche die Versuche von einander angestellt sind, so bekömmt man den Flächeninhalt, der die Menge des durchgeflossenen Wassers vorstellt. Wenn nun ferner dieser Flächeninhalt in ein Rectangel verwandelt wird; dessen Höhe A C = der lebendigen Höhe des Wassers, und dessen Basis C P = der mittlern Geschwindigkeit ist, so hat man $AC : CP = \left(\frac{Aa}{2} + Bb + Cc \ldots + \frac{Gg}{2}\right)$ A B.

Man setze A C = n. A B, wo n die Zahl der beobachteten Geschwindigkeiten weniger eine ist, so ist die mittlere Geschwindigkeit, oder

$$CP = \frac{\frac{Aa}{2} + Bb + Cc \ldots + \frac{Gg}{2}.}{n}$$

Um den Unterschied zwischen dieser und der gewöhnlichen Methode zu finden, zieht man von dieser mittlern Geschwindigkeit die arithmetische

$$= \frac{Aa + Bb + Cc \ldots + Gg}{n + 1}$$ ab, so ist der Unterschied

$$\frac{\frac{Aa}{2} + Bb + Cc \ldots + \frac{Gg}{2}}{n} - \left(\frac{Aa + Bb + Cc \ldots + Gg}{n + 1}\right)$$

$$= \frac{\frac{Aa}{2} + Bb + Cc \ldots + \frac{Gg}{2} - (Aa + Gg)\frac{n}{2}.}{n(n + 1)}$$

„Je gröſser der Divisor n, das ist, je gröſser die Anzahl der Versuche ist, um desto kleiner ist der Unterschied, den diese beyden Methoden geben. Im Allgemeinen aber wird die mittlere Geschwindigkeit durch die Quadratur der krummen Linie gröſser gefunden, als nach der gewöhnlichen.“

„Von den vielen Versuchen, welche ich (Br.) mit dem Strommesser zur Untersuchung der Geschwindigkeit in unsern Flüssen angestellt habe, werde ich bloſs diejenigen mittheilen, welche vorzüglich deſswegen geschehen sind, sowohl das Werkzeug selbst, als auch die Theorie worauf es sich gründet, und das Verfahren bey den Versuchen zu rechtfertigen (*).“

„Zu diesem Endzwecke muſs zuerst untersucht werden, in wie fern die Geschwindigkeit, die durch Versuche mit dem Strommesser gefunden ward, mit der wirklichen Geschwindigkeit, welche *man vermittelst eines schwimmenden Körpers erhält*, übereinstimmt. Zu dieser Untersuchung schien mir die neue Mündung der Yssel (Tab. 14.) geschickt zu seyn, weil das Wasser daselbst zwischen parallelen und mit Buschwerk gedeckten Ufern wegflieſst, und also ein regelmäſsiges Bett hat, so daſs der Stromfaden in einer beynahe geraden Richtung in der Mitte des Flusses fortflieſst, welches bey Versuchen mit schwimmenden Körpern absolut nothwendig ist. Die Tiefe des Flusses an der Stelle, wo die Versuche angestellt wurden, war 11 Fuſs, und der Wasserstand nach dem Arnheimer Pegel $11\frac{1}{3}$ Fuſs, welches ein mittler Wasserstand ist. Der Strommesser ward bey den Versuchen immer auf einerley Höhe, nämlich die obere Kante der Platte 6 Zoll unter der Oberfläche des Wassers gestellt. Dieses hielt ich für besser, als sie unmittelbar in oder bey der Oberfläche anzubringen, weil hier fast immer eine unregelmäſsige, vergröſserte Geschwindigkeit des Stromes statt hat, welche zuverläſsig durch die Prahmen, worauf die Brücke liegt, und die unumgänglich nöthig sind, verursacht wird. Die Schale war mit 2 Pfund Trois Gewicht, und der lange Arm des Wagebalkens mit einem der Kette verhältniſsmäſsigem Gegengewichte beschwert. Der schwimmende Körper bestand in einem hölzernen Würfel, dessen jede Seite 6 rheinländische Zoll war, und also mit der Platte von einerley Oberfläche. Unten war derselbe mit Bley beschwert, so daſs er mit dem Wasser im Gleichgewichte war. Dieser Würfel durchschlief, vermöge des regelmäſsigen Laufes des Fluſses, in einer geraden Richtung, genau gemessen, 30 rheinländische Ruthen, oder 360 Fuſs, da die Zeit, welche dazu erforderlich war, mit einer genauen Secundenuhr von mir beobachtet ward.

(*) Alle hier angeführte Versuche sind von Brunings selbst sowohl, als auch von den Landmessern Engelmann und Conrad, die bey den Flüssen angestellt sind, im Sommer 1789 vorgenommen.

Anzahl der versuche.	Strommesser		Treiber.	
	Abtheilung am Wagebalken.	Berechnete geschwindigkeit in einer Secunde.	Ganze Zeit.	Geschwindigkeit in einer Secunde.
		Zoll.	Sec.	Zoll.
1	29	46,08	104½	41,34
2	30	46,87	103	41,96
3	30	46,87	109	39,63
4	31	47,76	106	40,75
5	29	46,08	107	40,37
6	29	46,08	107	40,37
7	30	46,87	107	40,37
8	31	47,76	103	41,96
9	30	46,87	101	42,77
10	29	46,08	108	40,00
11	{29 {30	46,08 46,87	107	40,37
Mittlere geschwindigkeit		46,96	—	40,90
Mittler unterschied 5,79 zoll.				

„Wenn man überlegt, eines theils, daſs die geschwindigkeiten der flüsse, besonders bey einem solchen hohen wasserstande beständig veränderungen unterworfen sind; andern theils, daſs ungeachtet aller vorsicht, doch immer eine gröſsere oder kleinere abweichung von der geraden linie bey den schwimmenden körpern statt hat, und dann diese versuche mit etwas aufmerksamkeit betrachtet; so wird, glaube ich, nicht allein die genauigkeit dieser versuche daraus hervorleuchten, sondern man wird auch zugleich überzeugt werden, daſs dieser strommesser geschickt ist, die geschwindigkeit des strömenden wassers dadurch zu bestimmen. Der mittlere unterschied von 5$\frac{4}{5}$ zoll zwischen den beyden mittlern geschwindigkeiten ist so geringe, daſs solcher, weit entfernt, die untauglichkeit des strommessers erkennen zu geben, im gegentheile den gebrauch desselben, dessen theorie, und die art und weise, wie die versuche angestellt sind, noch bestättigen; besonders wenn man die länge des weges, den die schwimmenden körper durchlaufen sind, mit allen übrigen umständen in anmerkung bringt, wozu denn auch vorzüglich dieser gehört, daſs bey den oben erwähnten versuchen der mittelpunkt der platte 12 zoll unter der oberfläche des wassers stand, da vielleicht eine geringere tiefe eine gröſsere gleichheit unter den mittlern geschwindigkeiten gegeben haben würde."

„Eine zweyte art, die resultate der versuche mit dem strommesser durch die erfahrung zu prüfen; ist zuverläſsig diejenige, welcher Michelotti bey seinen versuchen im kleinen sich bedient hat, wo er nämlich die durch versuche berechnete wassermenge, mit derjenigen, welche in einer gewissen zeit durch das profil eines künst-

lichen Canal flofs, verglich. Bey Versuchen im Grofsen, wie die in natürlichen Flüssen, ist dieses Verfahren nicht anzuwenden. Doch ist bey diesen noch ein Mittel, um mit gleicher Sicherheit von der Richtigkeit oder Falschheit der Resultate, welche man durch die Versuche bekommen hat, überzeugt zu werden: und dieses Mittels habe ich mir zur Erreichung des obenerwähnten zweyten Augenmerks bedient. — Wenn nähmlich der Flufs sich in zwey Arme vertheilt, so mufs genau, und nach der stricten Theorie, die Wassermenge, welche durch die beyden Arme abgeführt wird, derjenigen Wassermenge gleich seyn, welche in eben der Zeit in dem unvertheilten Flusse, oberhalb der Vertheilung durchfliefst. Aus diesen Gründen beschlofs ich, das Vermögen des Rheines oberhalb Arnheim, in einiger Entfernung von der Mündung der Yssel, wo der Strom bekanntlich sich theilt, zu untersuchen; dann auch eben so das Vermögen des Rheins unter der Yssel, so wie auch endlich das Vermögen der Yssel selbst zu messen. Die Vergleichung der sich hieraus ergebenden Resultate mufs zeigen, ob die Berechnung und also auch die Versuche mit dem Strommesser, der Wahrheit nahe, oder nicht nahe kommen.

§. 133. „Brunnings theilt jetzt die Messungen in 5 Perpendiculairenin dem Rhein oberhalb der Ysselmündung mit. Wenn nun der Leser die Beschreibung und den Gebrauch dieses Brunning'schen Strommessers richtig gefafst hat, so wird ihm dasjenige, was von den Resultaten der damit bewerkstelligten Messungen S. 45. u. s. w. gesagt ist, sehr deutlich geworden seyn, und es ist hier die Vergleichung von der Wassermenge des ungetheilten Rheines, des getheilten Rheines und der Yssel, welche Brunnings aufstellt, um die Richtigkeit seines Instrumentes zu beweisen, unnöthig. „Ich glaubte, sagt Brunnings davon, dafs diese Versuche nebst denen mit den schwimmenden Körpern, welche ich zuerst erwähnt habe, hinreichend seyn werden, nicht allein die Richtigkeit und Brauchbarkeit des hier oben beschriebenen Strommessers zu beweisen; sondern auch zugleich dessen Theorie, und die Art und Weise, wie die Versuche angestellt sind, aufser Zweifel zu setzen.“

§. 134. Anmerken mufs ich jedoch hier noch Folgendes, weil dadurch dasjenige, was ich S. 173 vorgetragen habe, durchaus bestätigt wird. Aus den von Brunnings mitgetheilten Geschwindigkeitsmessungen, die er mit seinem Instrumente in fünf Perpendiculairen in dem Rhein oberhalb der Ysselmündung (Tab. 14.) bey einem Wasserstande von 8 Fufs am Pegel von 6 zu 6 Zoll Tiefe angestellt hat, geht nämlich hervor: dafs die gröfste Geschwindigkeit nicht in der Oberfläche, sondern 18 bis 30 Zoll darunter statt fand, und die mittlere Geschwindigkeit der fünf Perpendiculairen 49,452 Zoll rheinisch betrug; die Geschwindigkeit im Stromstriche 6 Zoll unter der Oberfläche 50,621 Zoll war; daher die letztere nur 1,169 Zoll gröfser als die erstere ist. Da nun die Geschwindigkeit, gegen der Oberfläche zu, noch abnimmt oder geringer als zu 6 Zoll Tiefe ist, so legen diese Messungen abermals einen Beweis davon ab: dafs die Geschwindigkeit im Stromstriche von der Oberfläche bis 6 Zoll dar-

unter, die also mit einer 6 zoll tief eingetauchten hydrometrischen Kugel S. 178. bestimmt werden kann, für die mittlere Geschwindigkeit eines Stromprofils anzunehmen sey, ohne sich eines Irrthums schuldig zu machen S. 173; folglich die Methoden mit der Kugel und den Stäben S P S. 180 den Vorzug, für alle übrigen mit kostbilligen Instrumenten zu machenden Versuchen verdienen; die man, ich glaube es wiederholen zu müssen; dennoch mit den schwimmenden Körpern prüft, wie dies auch von Brunnings geschehen ist.

§. 135. Jetzt bleibt noch der von Hrn. Woltmann angegebene hydrometrische Flügel (Tab. 19. Fig. 11. und 12.) übrig. Die Axe dieses Instruments A. B. (Fig. 11. Tab. 19.) ist 14. zoll lang, wie ein abgekürzter Kegel von Stahl geformt, und in der Mitte mit einer Schraube ohne Ende versehen. Bey A hat sie einen Einschnitt oder dünnen Hals, der in einer kupfernen Gabel auf dem Arm des Gestells umläuft. Das Ende B ist mit einer kegelförmigen Spitze versehen, welche in einer kupfernen Oeffnung in dem Arme des Gestells sich bewegt. Diese Axe ist mit zwey stählernen Ruthen versehen, welche daran fest geschmiedet sind. Jede Ruthe hat eine dünne Flügelplatte von polirtem Stahle, und zwar so, daſs die Ebene dieser Flügelplatten gegen A B eine schiefe Lage haben, daſs, wenn sie erweitert würde, die Richtnng der Axe, oder die verlängerte Linie A B davon unter irgend einem spitzen Winkel = a geschnitten wird.

Der Rahmen l D m ist von rundem Eisen, darin ist ein gezahntes messingenes Rad von ungefähr 6 zoll im Durchmesser eingerichtet, welches mit zwey dünnen stählernen Zapfen auf messingenen Büchsen umlaufen kann; letztere sind in zwey eisernen Trägern, wovon einer bey e D sichtbar ist, befestigt. Das Rad hat 100 nummerirte Zähne. Bey e liegt der eine Träger in einem Einschnitte des Eisens l m, und kann darin vermittelst des Fadens e n n K aufgezogen oder niedergelassen werden. Dieser Spielraum oder Einschnitt in dem Arme ist von der Gröſse, daſs, wenn das Lager aufgezogen ist, das gezahnte Rad in die Schraube an der Axe greift; und wenn es niedergelassen wird, dasselbe Rad in eine Spitze h, welche der Index heiſst, einfällt, und dadurch gehemmt wird. Damit das Rad aus diesem Index h nicht anders als durch eine starke Anziehung der Schnur e k ausgehohen, und zum Eingriff in die Schraube an der Axe gebracht werden kann, ist eine Stahlfeder i an dem Rahmenstücke l m befestigt, die das Lager niederdrückt. Ist dieses Rad, dessen Schwerpunct im Mittelpuncte seiner Axe liegen muſs, auf Null gestellt, so geht es, wenn der Faden angezogen ist und die Flügel umlaufen, nach der Ordnung der Zahlen um. Bey jedem Umlaufe der Ruthe schiebt die Schraube einen Zahn des Rades vorwärts, also können die Umläufe der Ruthe an den Zähnen des Rades gezählt werden.

Damit das Instrument an irgend einem runden Stabe P Q könne befestigt werden, ist es mit zwey doppelten Federn, in Gestalt einer Klaue R versehen, die an das Rahmstück geschmiedet, oder vermittelst Schrauben befestigt sind, und den Stab umspannen, an den sie mit einem Schrauben-Bolzen, der hinter den Stab durch die Fe-

dern der Klaue gesteckt wird, fest geklemmt werden. Der Stab kann in schwachen Strömen von Holz, in lebhaften muſs er von Eisen, und mit eingeschlagenen oder angelötheten Ringen n n, durch welche die Schnur hinaufgeht, versehen seyn. Er steht mit dem Fuſse auf dem Boden des Stromes, und das Instrument kann also unter der Oberfläche daran befestigt werden, um in einer jeden Stromschichte zu beobachten. Wofern man über die Richtung des Stromes, mit welcher die Richtung der Axe parallel seyn muſs, zweifelhaft wäre, so könnte man auch den Stab mit einer Fahne, oder einem Steuerbrette q s r p versehen, da er sich dann von selbst in die Richtung des Stromes stellen würde. Zur Bequemlichkeit des Beobachters kann eine Floſsbrücke errichtet werden, die auch aus zwey neben einander gelegten Fahrzeugen bestehen mag.

§. 136. Ich besitze zwey Exemplare dieses Instrumentes, wovon das eine sehr gut gemacht ist. Damit habe ich im Rhein Versuche angestellt; aber nie konnte ich zu befriedigenden Resultaten, die sich der Wahrheit genähert hätten, gelangen. Die Stange, woran das Instrument befestigt war, zitterte so heftig, daſs daraus auf die Bewegung der Flügel eine Einwirkung entstehen muſste. Niemand hat meines Wissens mit diesem Instrumente mehr Versuche mit gröſserer Sorgfalt angestellt, als der westphälische Conducteur *Schwarz*, und der Landbaumeister *Funk*, die der letztere in seinen Beyträgen zur allgemeinen Wasserbaukunst 1808 bekannt gemacht hat. Noch schwieriger als dies ist es, den Flügeln diejenige Steifigkeit zu geben, daſs sie den Stoſswinkel behalten, unter welchen die Versuche im stillstehenden Wasser angestellt wurden, um ihre Umlaufsgeschwindigkeit zu erfahren. Hr. *Schwarz* wählte dazu den Winkel von 45° und fand, daſs der Flügel bey dem durchlaufenen Raum von 180 Schuhen im Mittel 50,5 Umläufe machte, folglich 3,564 Fuſs auf einen Umlauf kommen. In diesen Beyträgen werden S. 48. und 49. die Schwierigkeiten, welche der Gebrauch dieses Flügels hat, aufgezählt.

§. 137. *Die Methoden, um aus den durch Messungen gefundenen Geschwindigkeiten in mehrern Perpendiculairen oder mehrern Stromfäden die mittlere Geschwindigkeit in einer Stromsection und die Wassermenge, welche durch ein Profil in jeder Secunde flieſst, zu bestimmen*, habe ich bereits S. 40. angewendet; es werden dieselben also hier näher zu erörtern seyn..

Es sey A E (Fig. 22. Tab. 19.) die Tiefe des Flusses in einer beliebigen Perpendiculaire, in der, in gleich groſsen Entfernungen, A, B, C, D und E, die Geschwindigkeit gemessen worden und also A B = B C = C D = D E ist. Die in jedem Puncte gefundene Geschwindigkeit trage man als Ordinaten, A a, B b, C c, D d, und rechtwinkelig auf A E als der Abscissen-Linie, so stellt die Fig. A E e d c b a A die Scale der Geschwindigkeiten dar und es ist also nur eine Linie zu finden, die rechtwinkelig auf A E gesesetzt, ein Parallelogramm bestimmt, das mit der Figur von gleichem Flächeninhalte ist, wo also der Flächeninhalt der Scale der Geschwindigkeiten oder die-

ser Figur mit AE dividirt, jene gesuchte Linie gibt. Kann man die Linien a b, b c, c d, und d e als gerade annehmen, wobey man der Wahrheit desto näher kommt, je kleiner die Entfernungen AB, BC u. s. w. sind; so ist der Flächeninhalt dieser Figur

$$= \left(\frac{Aa + Bb}{2} + \frac{Bb + Cc}{2} + \frac{Cc + Dd}{2} + \frac{Dd + Ee}{2}\right) AB.$$

$$= \left(\frac{Aa + Ee}{2} + Bb + Cc + Dd.\right) AB.$$

Die gesuchte Geschwindigkeit ist folglich

$$= \left(\frac{Aa + Ee}{2} + Bb + Cc + Dd\right) \frac{AB}{AE}.$$

Ist die Anzahl der Puncte, in welchen die Geschwindigkeiten gemessen worden, $= n$, so ist $AE = (n - 1) AB$ und die gesuchte mittlere Geschwindigkeit, die wir C nennen, ist demnach

$$= \frac{\frac{1}{2}(Aa + Ee) + Bb + Cc + Dd}{n - 1}$$

„Man sieht wohl ein, daſs diese Art die mittlere Geschwindigkeit einer Perpendiculaire zu berechnen, eigentlich nur in dem Falle angewendet werden kann, wenn A unmittelbar in der Oberfläche, und e in der Mitte des Bodens ist. Ist aber beydes nicht, und A wenigstens eine Tiefe $= \frac{1}{2}$ AB unter der Oberfläche, so wie E gleichfalls wenigstens $\frac{1}{2}$ AB vom Boden entfernt; so ist die mittlere Geschwindigkeit des Theiles AE der Perpendiculaire $= (n - 1)$ AB, das eben gefundene C. Die mittlere Geschwindigkeit in dem Theile der Perpendiculaire von $\frac{1}{2}$ AB oberhalb A angefangen bis zu $\frac{1}{2}$ AB unterhalb E herunter, also $= n$. AB ist aber

$$= \frac{Aa + Bb + Cc + Dd + Ee.}{n}$$

„Setzt man diese Geschwindigkeit $= c$, und die wahre mittlere Geschwindigkeit $= \gamma$; so läſst sich diese eigentlich in dem gegenwärtigen Falle, strenge genommen, nicht bestimmen; indeſs wird man doch annehmen dürfen, daſs c, mehr als C, sich der wahren mittlern Geschwindigkeit γ nähere. Wenigstens dürfte doch wohl das Gegentheil nicht erwiesen werden können.

Die Höhe der Stoſsfläche bey dem Brunningschen Strommesser ist $= 6$ Zoll; die bey einem Versuche gefundene Geschwindigkeit ist also die mittlere Geschwindigkeit in dieser Höhe von 6 Zoll oder diejenige, welche in der Mitte dieser 6 Zoll statt hat. Brunnings stellte seine S. 47. u. s. w. beschriebenen Versuche von 6 zu 6 Zoll in der Tiefe an, und fand also für den Theil der Perpendiculaire von der obern Kante der Stoſsfläche bey dem am wenigsten eingetauchten Versuche bis zu der untern Kante der Stoſsfläche, bey dem am tiefsten eingetauchten Versuche, auf die zuletzt beschriebene Art c. Hennerts Erinnerung gegen Brunnings, nicht c, sondern C für die wahre mittlere Geschwindigkeit anzunehmen, dürfte also wohl nicht Stich halten, weil C alsdann die mittlere Geschwingigkeit aus einem kleinern Theile der Perpendiculaire

ist, als woraus c gefunden wurde, c ist nähmlich die mittlere Geschwindigkeit zwischen den beyden Mittelpuncten der beyden äufsersten Eintauchungen. Die Rechnung für ungleiche Entfernungen AB, BC. u. s. w. wird nun auch aus dem Bisherigen leicht seyn."

„Sollte man wegen anderer Ursachen, die Geschwindigkeiten nicht nahe genug bis auf den Boden messen können, so würde man sich dem Werthe von γ noch mehr nähern, wenn man annähme, dafs die Geschwindigkeiten in einer arithmetischen Progression von oben nach unten sich abändern (wobey man wenigstens für kleine Tiefen, worauf es hier nur ankömmt, gewifs nicht merklich fehlen wird), hieraus die Scale der Geschwindigkeiten für die ganze Perpendiculaire sich vollends auszeichnete, und so γ berechnete. Und wirklich sollte diefs; da es hier nur auf ein wenig Rechnen ankömmt, bey genauen Messungen nicht versäumt werden."

„Hat man nun das Profil GbcdAG (Fig. 23. Tab. 19.), dessen Flächeninhalt = F ist, in verschiedene Theile GB, BC, CD und DA eingetheilt, und jedesmahl in der Mitte eines solchen Theiles die Geschwindigkeiten einer Perpendiculaire gemessen, und daraus, auf die oben beschriebene Weise, die mittlern Geschwindigkeiten gefunden, die in E = d, in F = f, in G = g und in H = h seyn mögen, so ist die Wassermenge, welche der Flufs abführt, oder

$$M = e.\,GBb + f.\,BbCc + g.\,CcDd + h.\,DdA.$$

Aus der Gleichung für die mittlere Geschwindigkeit $c = \frac{M}{F}$ erhält man also

$$C = \frac{e.\,GBb + f.\,BbCc + g.\,CcDd + h.\,DdA}{F}.$$

Auch könnte man die Geschwindigkeiten in den Perpendiculairen, anstatt in der Mitte der in dem Profile gemachten Abtheilungen, an den beyden Enden derselben messen, und aus denen beyden daselbst gefundenen Geschwindigkeiten das arithmetische Mittel nehmen, und hiermit den Flächeninhalt der gemachten Abtheilung multipliciren. Die Summe solcher Producte durch den Flächeninhalt des ganzen Profiles, dividirt, gibt alsdann, wie zuvor, C, oder die mittlere Geschwindigkeit des ganzen Profiles."

„Beyde Verfahrungsarten gründen sich darauf, dafs man annimmt, die Veränderungen der mittlern Geschwindigkeiten aller möglichen Perpendiculairen in einer Abtheilung des Profiles, gehen nach einer arithmetischen Progression vor, so dafs man also, um die mittlere Geschwindigkeit, z. B. des Theiles CcDd (Fig. 23.), die wir γ nennen wollen, zu bekommen, nur in der Mitte zwischen CD in G, die Geschwindigkeiten einer Perpendiculaire zu messen, und daraus die mittlere Geschwindigkeit zu bestimmen habe, die alsdann auch die mittlere Geschwindigheit des ganzen Theiles seyn werde. Man sieht aber auch, dafs hierbey zweytens angenommen ist, der Flächeninhalt cG an der einen Seite dieser gemessenen Perpendiculaire, sey gleich

dem Flächeninhalte d D an der andern Seite derselben, oder C d ein Rectangel, wie sich aus folgender Betrachtung leicht ergiebt.

Man setze in dem Flächeninhalte c G = A habe auch das zweyte Erfordernifs statt, so dafs die, auf die obige Weise gefundene mittere Geschwindigkeit = e, die wirkliche mittlere Geschwindigkeit in c G sey; dasselbe gelte auch von d G = n A, und die daselbst gefundene, und gleichfalls wirkliche mittlere Geschwindigkeit sey = m e; so erhält man

$$\gamma = \frac{e(m+1)}{2}$$

Die durch den Theil C c D d des Profiles abgeführte Wassermenge würde nach dem hier oben erklärten Verfahren seyn

$$= A(n+1) \cdot e\left(\frac{m+1}{2}\right).$$

$$= Ae\left(\frac{mn+1}{2}\right) + Ae\left(\frac{n+m}{2}\right).$$

Sie ist aber eigentlich

$$= Ae + nA \cdot me$$

$$= Ae(mn+1).$$

Soll demnach jenes richtig seyn, so erhält man

$$mn+1 = m+n$$

$$\text{oder } n(m-1) = m-1$$

$$\text{folglich } n = 1.$$

§ 138. Brunnings hat bey seinen Geschwindigkeitsmessungen alle Geschwindigkeiten in den verschiedenen Puncten einer Perpendiculaire addirt, diese Summe durch die Anzahl der Beobachtungen dividirt, und so die mittlere Geschwindigkeit in der Perpendiculaire gefunden. Die mittlern Geschwindigkeiten aller Perpendiculairen zusammengezogen, durch die Anzahl derselben dividirt, gab ihm die mittlere Geschwindigkeit des Stromprofils, dessen Flächeninhalt mit ihr vervielfältiget wurde, um die Wassermenge zu erhalten.

2) Die in der Tabelle S. 40. ausgedrückte Methode, zur Bestimmung der Wassermenge, beruht darauf: dafs man das Profil, worin die Tiefen gemessen werden, in gleiche Theile eintheilt, zwischen diesen Theilen aber die mittlere Geschwindigkeit beobachtet, und diese mit dem Flächeninhalt der Abtheilung des Profils vervielfältiget; die so gefundene Summe aber addirt. Ist der Flächeninhalt aller Abtheilungen des Profils = m, die Wassermenge = n und die Breite des Flusses = b, so ist die mittlere Geschwindigkeit $c = \frac{n}{m}$ und die mittlere Tiefe $= \frac{m}{b}$

3) Da wo aber längs den Ufern entweder keine Geschwindigkeit statt findet, sondern wohl gar Widerströme sind, kann man diese Methode nicht anwenden, und es wird besser seyn, denjenigen Theil der Stromsection, worin ein Strom d. i. wo eine

ne Bewegung des Wassers statt findet, in gleiche Theile einzutheilen, in diesen Puncten die Tiefen, zwischen je zwoer Puncte aber die Geschwindigkeiten zu messen, und alsdann die mittlere Geschwindigkeit einer Perpendiculaire mit dem Flächeninhalt dieser Abtheilung des Stromprofils zu multipliciren, um seine Wassermenge zu bestimmen.

Hat man auf diese Weise die gesammte Wassermenge gefunden, und darin den Flächeninhalt selbst dividirt, so erhält man seine mittlere Geschwindigkeit. Man könnte auch das Profil in ungleiche Distancen eintheilen, und so verfahren, dafs der Hauptstromstrich zwischen zwey Tiefenmessungen fällt. Nach dem Ufer zu, wo die Geschwindigkeiten wegen den vielen Störungen und der Verzögerung von der Adhäsion, die die Ufer bewirken, schnell abwechseln, mögen sich die Distanzen nähern.

Können der Kosten wegen solche Geschwindigkeitsmessungen in mehrern Perpendiculairen nicht bewerkstelliget werden, welche jedoch mit dem hydrometrischen Stabe sehr unbedeutend sind, so messe man diejenige Abtheilung der Stromsection, worin eine Bewegung statt findet, die Tiefen in verschiedenen Puncten, um den Flächeninhalt der Section zu erhalten, und beobachte die Geschwindigkeit des Stromstriches von der Oberfläche bis 6″ darunter mit der hydrometrischen Kugel, vervielfältige diese Geschwindigkeit (welche wie ich schon öfters anführte, der mittlern Geschwindigkeit gleich gesetzt werden kann) mit dem Flächeninhalt des Profils um die Wassermenge zu erfahren.

§. 139. In den Berechnungen S. 40 bis 42 habe ich diese 3 verschiedenen Methoden ausgedrückt, und ich will daher nur noch einer 4ten gedenken, welche bey Mühlgerinnen anwendbar ist, um die mittlere Geschwindigkeit und Wassermenge zu erfahren, und zwar aus der aufgefangenen Wassermasse M, welche in einer bestimmten Zeit t abgeführt wird. Ist der Flächeninhalt F, so ist die mittlere Geschwindigkeit $= \frac{M}{F t}$. Da aber das in Flüssen, grofsen Canälen und selbst kleinen Bächen herabfliefsende Wasser nicht aufgefangen werden kann, und dies selbst bey Gerinnen oft mit den gröfsten Schwierigkeiten verknüpft ist, so bin ich der weitern Beschreibung von dem einfachen Verfahren bey dieser Messungsart billig überhoben, so sicher auch ihre Resultate sind, wo sie in Ausführung gebracht werden kann.

§. 140. Zu den Untersuchungen beym Flufsbau gehören auch die Widerströme, die wir so häufig bey Ufirecken und bey solchen Flufsbauwerken, die in den Strom hineintreten, antreffen. Man mufs also ihre Drehungen, die Wirbel und diesen ihre Richtung kennen lernen; daher längs dem Ufer Merkpfähle in gewissen Entfernungen abstecken, und nach diesen und der Lage des Ufers die Wirbel in die Karte einzeichnen. Ein Beyspiel davon giebt die in Fig. A Tab. 16. dargestellte Aufzeichnung der Widerströme unterhalb dem unweit Cöln am Rhein gelegenen Dorfe *Porz*.

§. 141. Der Flufsbaukundige hat auch das Material des Flufsbettes, sowohl dasjenige, welches in der Oberfläche des Uferlandes liegt, als dasjenige, woraus der Boden besteht, so

tief unter dem Bette, als die correction der Flüsse dieses Bett vertiefen soll, zu untersuchen. Bestehen z. B. die ufer aus Felsen, so wird der Ingenieur ihr *streichen* berücksichtigen, um im voraus bestimmen zu können, ob sie, nach dem winkel den sie mit der oberfläche der stromsectionen bilden, auch so tief unter dem Flufsbette liegen, dafs die künstlichen Anlagen eine den hydrotechnischen Absichten entsprechende vertiefung des Bettes bewirken können. Ein Beyspiel hierüber werde ich bey der Beschreibung der von mir ausgeführten Enclavirung des rechtseitigen Rheinarmes bey *Honnef* (Tab. 4.) anführen.

§. 142. Ferner kann öfter die Bestimmung der Menge schlicks und Materials, welches der strom mit sich führt, nicht unwichtig seyn. Das wasser, dessen Menge schlicks man zu erfahren wünscht, mufs alsdann nicht blofs aus der oberfläche des Flusses, sondern wenigstens nach Beschaffenheit der umstände, aus allen Tiefen, und aus allen den verschiedenen stromfäden, sowohl nahe am ufer, als auch weiter davon ab, genommen werden. Fossombroni (*b*) schlägt hierzu ein Instrument vor, dessen Art sich zu verschliefsen und sich zu öffnen sinnreich genug ist. Wir haben es (Tab. 18. Fig. 25.) vorgestellt. Es besteht in einem kleinen parallelipipedischen, ganz verschlossenen Kasten, der blofs in dem obern Theile eine rechtwinkelige oeffnung h g t y hat; in der Mitte dieser oeffnung ist eine Axe M N, um welcher sich zwey rechtwinkelige Ebenen s r z x und O P N M, die unter sich in einem rechten winkel verbunden sind, in ihrem gemeinschaftlichen Durchschnitte drehen, wobey sie so gestellt sind, dafs die Ebene O P N M, so wie auch die Hälfte M N r s der andern Ebene aufser, und die andere Hälfte M X Z N in dem Kästchen bleibt. Es ist klar, dafs dieses an eine stange H D (welche eingetheilt seyn kann, um die Tiefe der Eintauchung daran messen zu können) befestigte Kästchen, wenn es unter die oberfläche des wassers $\alpha\,\delta$, das von δ nach α fliefst, gebracht, und während der Eintauchung bis zu der bestimmten Tiefe, aus der das wasser geschöpft werden soll, in einer Richtung gehalten wird, die derjenigen entgegen gesetzt ist, welche es in der Figur hat, dafs alsdann das wasser an die Ebene M O P N stöfst, und dieselbe in einer verticalen Lage erhält, wodurch folglich die andere Ebene x r, die gröfser als das Loch y g seyn mufs, genöthiget wird, horizontal zu bleiben, und die oeffnung selbst zu verschliefsen. Das Kästchen, auf diese Art auf die stelle gebracht, aus der geschöpft werden soll, darf nur vermittelst der stange herum gedrehet, und so wie es die Figur zeigt, gegen den strom gestellt werden, so stöfst der Flufs die Ebene M O P N nach einer entgegengesetzten Richtung, wodurch die oeffnung sich aufmacht, und das wasser einfliefsen läfst. Wird nun die stange von neuem umgedrehet, und das Kästchen in derselben Lage herausgezogen, welche es beym Einsenken hatte, so wird das geschöpfte wasser in demselben verschlossen gehalten, da es alsdann untersucht werden kann.

(b) Memoria idraulico storiche sopra Val-di-chiana, compilate dal Cavaliere Vitt. Fossombroni. Firenze 1789. gr. 4to. in dem Anhange.

Bey diesem Instrumente dürfte es sehr beschwerlich, wenn nicht fast gänzlich unthunlich werden, den leeren Kasten, der doch wohl einen, wenigstens einen halben Cubik-Fuſs groſs seyn müſste, bey der Eintauchung in einen etwas schnell flieſsenden Fluſs in einer so unverrückten Lage zu erhalten, als hierbey erforderlich ist. Es dürfte bey dessen Gebrauche also vielleicht vor allen Dingen nöthig werden, den Kasten und die Stange so zu beschweren, daſs das Ganze, wenigstens die specifische Schwere des Wassers erhielte. Aber auch dann würde sein Gebrauch doch immer noch sehr unbequem und auch vielleicht noch nicht so ganz zuverläſsig seyn.

Die Methode, welche Lulofs sich zur Ausschöpfung des Wassers aus der Tiefe bediente, besteht in einem viereckigen eisernen Kasten, Tab. 50. a b c d. e d und g h sind zwey eiserne Klappen, jene den untern Boden, diese den obern Deckel bildend; l m ist eine eiserne Stange, woran das Zugseil k in m gebunden ist. Sobald man dieses anzieht, wird der Kasten geschlossen. Die Stange h i mit dem Kugelende i dient der Maschine zur Senkrechthaltung. f g ist der Trichter, um sie in ein Gefäſs bequem auszuleeren.

§. 143. Endlich sind die *geschichtlichen Untersuchungen beym Fluſsbaue* wichtig. Sie zerfallen in zwey Theile. Erstens in den *geschichtlichen von den natürlichen Veränderungen*, welche mit den Flüssen vorgegangen sind; zweytens in die *raisonnirende Geschichte, über die Wirkungen und über die Dauer der Bauwerke.*

Der Wasserbaukundige hat nämlich nicht nur mit dem zwischen den Ufern eingeengten Strome zu kämpfen; er muſs auch auf die Ueberschwemmungen und Eisgänge Rücksicht nehmen. Aus diesem doppelten Gesichtspuncte zeigt sich der wahre Werth der Fluſsgeschichte. Welchen ausgebreiteten Nutzen gewährt sie nun bey allen Entwürfen hydrotechnischer Anlagen! Einen Vortheil, den besonders die Niederländischen Wasserbauverständigen längstens erkannten. So hat z. B. van Velsen in seiner Rivierkundigen Verhandeling der hydrographischen Geschichte 76 Seiten gewidmet. In den Niederländischen Jahrbüchern (Neederlandsche Jaerboeken) sind die wichtigsten Memoires von einem Brunings, Lulofs, 'sGravesande und mehreren enthalten, worin immer auf den ältern Zustand der Flüsse und Küsten Rücksicht genommen ist. Auch Barneveld gibt einige interessante geschichtliche Nachrichten, in seinen Rivierkundigen Waarnemigen. Aehnliche historische Aufschlüsse kommen in dem Verbaal wegens de twee laaste overstroomingen (1770 en 1771) in de Betuwe etc. vor, und die holländischen gelehrten Gesellschaften haben solche geschichtliche Untersuchungen ihrer vorzüglichen Aufmerksamkeit würdig geachtet.

Leider sind aber bisher sehr wenig Nachrichten von den Veränderungen, welche die Flüsse in Deutschland erlitten haben, und woraus wichtige Vortheile für den Fluſsbau zu ziehen wären, bekannt gemacht worden. Von den Elbe-Ueberschwemmungen gibt Pötchens chronologische Geschichte ausführliche Nachrichten, dieses Buch

möchten wir vorzüglich den Regierungen empfehlen, und sich daraus von der Wichtigkeit des Flufsbaues zu überzeugen. Hundert und acht und achtzig Fluthen richteten seit tausend Jahren die schrecklichsten Verwüstungen längs der Elbe an. Mehrere tausend Familien verlohren ihre Habe. Verdient dieser Gegenstand nicht alle Aufmerksamkeit? Die Italiäner haben ihm auch mehr Aufmerksamkeit, als die Deutschen, gewürdigt. Ihre drey ältern Raccolta, so wie auch die neuern von Ximenes aus zwey Bänden bestehenden Raccolta delle perizie ed opusculi idraulici sind voll von geschichtlichen Untersuchungen. Insbesondere zeigt Fossombroni im ersten Theile seiner Memoria idraulici storiche sopra la Val di Chiana, welchen Werth er auf sie legt. So haben Castelli, Manfredi, Bataglio, Zendrini, Lechi, Guglielmini und mehrere, wichtige Data der Art gesammelt. Doch wir übergehen diese hier.

In Frankreich war ehemals der eigentliche Flufsbau kein Gegenstand von solcher Wichtigkeit, wie bey den Deutschen, Holländern und Italiänern. Einzelne historische Nachrichten, die vielleicht darüber vorhanden seyn mögen, sind wenig bekannt, und in den Schriften der Franzosen äufserst wenige benutzt worden; desto schätzbarer ist aber dasjenige, was sie Geschichtliches über den Canal- und Brückenbau geliefert haben, wovon wir hier nur die Werke eines la Lande und Perronet anführen.

Der Nutzen, welcher für den Flufsbau aus der Stromgeschichte entstehen wird, läfst sich kurz unter folgende Rubriken bringen: 1) Da die ausgedehnten Ueberschwemmungen, und die damit gepaarten Eisgänge, durch ältere und versandete Strombahnen oder Betten (die gewöhnlich niedriger, als das angrenzende Terrain liegen), immer mit gröfserer Geschwindigkeit strömen, als über die andern Gegenden; so ist es bey dem Deichbaue von grofser Wichtigkeit, dafs man die Richtung der ältern Strombetten genau kenne, und aus dieser Kenntnifs fliefst denn auch die Nothwendigkeit, wenn in solchen vorhandenen Betten ein Deich aufgeführt werden soll, dafs man aus guter Erde die Basis des Deichs in den Boden hinein legen mufs. 2) Wenn durch einen versandeten Flufsarm ein Durchstich geführt werden soll, so kann man mit Gewifsheit eine schleunige Erweiterung und Vertiefung desselben erwarten. Ein Fall, der am untern Theile des Bylandschen Durchstiches (Tab. 23.) erfolgte. Wird der Durchstich aber durch einen Kiesort, der nach und nach aus grofsen Kieseln aufgehäuft ist, geführt, so kann die beabsichtete Erweiterung, welche man von dem Strome erwartet, nur langsam alsdann erfolgen, wenn anders die Mündung des Durchstiches kein ansehnliches Volumen Wasser auffängt. 3) Die Veränderungen, welche in und mit der Flufsbahn vorgegangen sind, zu erforschen, ist für jeden Wasserbaukundigen von der äufsersten Wichtigkeit. Es sey z. B. bekannt, dafs eine der Strombahn schädliche Sandbank erst in neuern Zeiten entstanden ist, wird man da nicht

mit Gewifsheit schliefsen können, dafs sie durch Wasserbauwerke fortgeschaft werden könne? So wird man, um ein Beyspiel anzuführen, die in der Mündung des Nebenarmes zwischen Ober-Zündorf und Weifs (Tab. 16.) entstandene Anlage vermittelst eines an die Inselspitze anzulegenden Schöpfwerkes a b fortschaffen können. Eine Behauptung, wovon der Leser künftig den Beweis finden wird. 4) Indem sich nun aus den Veränderungen, welche mit dem Strome und den Richtungen der Überschwemmungen vorgegangen sind, beydes, Ursache und Wirkung auffinden und entdecken lassen, so ist es einleuchtend, dafs der Flufsbau, ohne die Kenntnifs davon, nicht zweckmäfsig betrieben werden kann. Daher mufs denn auch der Ingenieur allen Fleifs anwenden, um zu ihr zu gelangen, und der Staat mufs alle Mittel dazu darreichen. Worin diese aber bestehen, davon ist bereits vorne gehandelt worden.

Wenn man indessen aus den mangelhaften Nachrichten nicht immer eine vollständige Stromgeschichte zu entwerfen im Stande ist, so mufs sie aus den einzelnen bekannten Puncten der alten Bahn abgeleitet werden. So ist z. B. der ältere Lauf des Rheines längs Dormagen und Baumherg, wie er Tab. 8. beschrieben ist, nicht allein nach der Tradition, sondern auch aus dem Locale, anzunehmen, und die untere Bahn läfst sich aus der obern so ableiten, wie sie vorgezeichnet ist. Aehnliche Beyspiele müssen bis zur Stromgeschichte des Rheines verspart werden. Diefs einzige beweiset indessen schon hinlänglich: dafs man auch zu den geschichtlichen Untersuchungen eine Karte von dem Flusse und den Flufsgegenden zum Grunde legen müsse.

So wichtig nun die Kenntnifs von den, mit der Strombahn und dem Zuge der Ueberschwemmungen, vorgegangenen Veränderungen ist, eben so lehrreich sind die künftigen Beobachtungen bey Eisstopfungen, Eisgängen und Inondationen. Mit gleicher Vollständigkeit, womit diese in der hydrotechnischen Karte verzeichnet und niedergeschrieben werden sollte, um daraus wissenschaftliche Raisonnements abzuleiten, sollte auch aufgezeichnet werden:

Die Geschichte der Wasserbauwerke.

Sie wird uns den Zweck, den man mit den Werken erreichen wollte, angeben, und uns belehren, in wiefern er dadurch erreicht worden ist; von welcher Dauer die Werke waren, und welche Feinde sie zum Theil ruinirten oder gänzlich zerstörten. Bey jeder Untersuchung, die in dieser Absicht angestellt wird, sollte man, wie wir glauben, immer auf die Höhe des Stromes, auf die Lage der Deiche und auf die Höhe der Ueberschwemmungen und auf ihren Zug; wo die Plätze sind, in denen sich Eisstopfungen ereignen, wo Deichbrüche erfolgten, sorgfältig Rücksicht nehmen. Hat dann der Ingenieur alle die vorgeschlagenen Messungen angestellt, so mufs er fähig seyn, über die Wirkungen der Anlagen im voraus zu urtheilen, und er sey also gehalten, kein Bauwerk anzulegen, ohne die Folgen vorher entwickelt zu haben. Er

übergebe dieses Raisonnement und seine geschichtlichen Untersuchungen, so wie die Beobachtungen bey Ueberschwemmungen, damit diess alles für seine Nachfolger aufbewahrt werden möge. Er wird in seinem Gutachten nicht nur die Mängel der ältern Bauwerke aufdecken, die zweckmässigen verdientermassen zu erhalten suchen, sondern er wird auch zu erweisen haben, dass, wenn seine Vorschläge ausgeführt werden, die Wirkungen wohlthätig seyn müssen. Eine solche Geschichte wird eine lichtvolle und vollständige Rechenschaft von den Wirkungen, welche die Werke hervorbrachten, ablegen. Sie wird es entscheiden: ob der Wasserbaukundige die gesammelten Beobachtungen gehörig benutzt; ob er aus der Figur des Bettes, aus dem Vermögen und der Direction des Stromes, aus den Eisgängen und Ueberschwemmungen, endlich aus der Lage der zwischen den Deichen eingeschlossenen Gegenden, richtig geurtheilt habe, und wirklich (so viel es mit Hülfe der Wissenschaften geschehen kann) die Ueberschwemmungen und Eisgänge unschädlich zu machen verstehe.

DRITTES KAPITEL
DER THEORETISCHEN FLUSSBAUKUNDE.

Uebersicht der wesentlichsten Grundsätze und Maximen des Flussbaues.

§. 144.

Ehe ich zu den speciellen und practischen Maximen des Flussbaues, nach denen der Flussbaukundige wenigstens näherungsweise verfahren muss, wenn er mit Erfolg an Flüssen bauen, oder ihren Lauf verbessern will, übergehe, wird es nothwendig: nicht nur die im ersten Kapitel aus der Natur der Flüsse abgeleiteten Grundsätze in eine Uebersicht und einen Zusammenhang zu bringen; sondern auch noch einige hinzuzufügen, die darin nicht aufgenommen werden konnten. Diese Grundsätze sind folgende:

§. 145. In so ferne die Richtung der Flussrinne, des Stromes Angriff auf die Ufer und Dämme bestimmt, muss bey allen solchen Flüssen, deren Bett versandet und deren concave Ufer im Abbruche liegen, der Plan des Ingenieurs dahin gerichtet seyn, a) die Flussbahn möglichst geradelinigt zu führen, b) die Flussrinne der Mitte des Bettes zu nähern und c) ihr einen möglichst regelmässigen Abhang zu geben. (§. 63.) Selten wird er diese Absicht durch in die Flussbahn hineintretende Bauwerke erreichen können, indem dieselben eine Menge Widerströme hervorbringen, und das Bett vor ihrem Kopfe vertiefen; folglich die Stromrinne anziehen. Besonders tritt dieser Fall bey grossen Flüssen, und solchen die viel Eis führen, ein; wie z. B. bey dem Rhein, der Donau, der Elbe und dem Inn. Wird nun der Abhang des Bettes vergrössert; so nimmt die Neigung der Oberfläche und die Geschwindigkeit zu, folglich müssen die Hochgewässer und Eismassen schneller abgeführt, das Aufthürmen der letzern verhindert und die Ueberschwemmungen vermieden werden.

§. 146. Alle diese wohlthätigen Zwecke kann der Ingenieur mit *Durchstichen* (die man auch *Flusscanäle* nennt) oder mit der Geradeleitung der Flüsse hervorbringen.

Diese letztere muss jedoch bey den schiffbahren Flüssen mit der grössten Vorsicht entworfen werden, weil sonst die daraus hervorgehende Zunahme der Geschwindigkeit für die Schiffahrt nachtheilig werden könnte. Bey solchen Flüssen, die im vollufrichten Stande (*) eine mittlere Geschwindigkeit von 5 Schuh haben, kann die Gera-

(*) Darunter verstehe ich den Strom, welcher so hoch anschwellt, dass er diejenige Höhe erreicht, bis zu welcher das Weidenholz längs den Ufern wächst, und die am Rheine und der Donau 5 bis 6 1/2

deleitung für die Schiffahrt um so weniger nachtheilig seyn, weil 1) nur die nachtheiligsten Krümmungen (*) durchgegraben werden, und 2) die Geschwindigkeit in dem Durchstiche wieder in dem Verhältniſs abnimmt, als der Durchstich vom Strom erweitert und vertieft wird, indem man hier das Gesetz von dem Verhältniſse der Profile und der Geschwindigkeit anwenden muſs (34. und 65.)

Nach dem Verhältniſse, in welchem der Durchstich vertieft wird, senkt sich auch der darin anfänglich gestaute Strom und die Oberfläche wird von derjenigen, oberhalb dem Durchstiche liegenden Stromsection, welche einen Abschnitt in dem Strome macht, als z. B. ein Profil bey einer Brücke, oder der Bug einer Serpentine, oder eine Erhöhung des Bettes, bis zu einer ähnlichen unterhalb dem Durchstiche statt findenden Stromsection, eine gleichförmige Neigung des Stromes hervorbringen: so daſs also die Wirkung eines Durchstiches sich weit in die daran stoſsenden Fluſsbezirke ausdehnen wird. Um demnach die künftige Neigung zwischen je zwo solchen Stromsectionen zu bestimmen, muſs man ihre Lage gegeneinander, während des Beharrungsstandes nivellirt haben! sowohl um die regelmäſsige Vertheilung des Abhanges und der Neigung in dem mit einem Durchstiche verbesserten Fluſsbezirke, als auch um diesem Durchstiche, die gröſstmöglichste Wassermasse zuzuführen, und ferner ihre und der Eisschollen Geschwindigkeit zu beschleunigen. Damit die Austiefung und Erweiterung des Durchstiches in der möglichst kürzesten Zeit bewirkt werde, muſs man, wo es thunlich ist, die Richtung des Durchstiches, oder wenigstens dessen Einmündung in die Richtung des Stromstriches der oberhalb liegenden Fluſsbahn und die Ausmündung in der Richtung des untern Stromstriches legen § 63. Die Vertiefung des Durchstiches wird auch dergestalt entstehen müssen, daſs dessen Fluſsrinne oder die tiefste Stelle seiner Sohle in den Abhang, welcher zwischen der Fluſsrinne oberhalb und der Fluſsrinne unterhalb dem Durchstiche besteht, zu liegen kömmt, wenn der Durchstich durch hohes Terrain oder zwischen Leitdämmen geführt wird, die an Höhe die Sommerwässer übertreffen, oder wenigstens dem mittlern Wasserstande gleich liegen. Hierdurch wird nämlich der Strom des Dnrchstiches dergestalt in enge Profile beschränkt, daſs er das, zu dieser Vertiefung des Bettes, erforderliche Vermögen erhält. Um ferner die Erweiterung und Vertiefung des Durchstiches zu beschleunigen, ist die Ein - und Ausmündung so weit als möglich, die letztere weiter, als die erstere, zu machen §. 65. und 66., und die Sohle des Durchstiches, so tief als es das Quellwasser zuläſst, zu legen. Doch! ich werde zu den Durchstichen im nächsten Kapitel zurückkehren, indem ich darin von ihrer Ausführung handeln muſs.

Fuſs über den niedrigsten Wasserstande steht, wobey die Gegenfahrt noch gut statt findet; den ich der Kürze wegen den vollen - Strom nennen will, und der beyläufig 2/3 von der Höhe des mittlern Wasserstandes (beym Eisfreyen Strome) über den niedrigsten, beträgt.

(*) Noch bey Sieben Schuh Geschwindigkeit hält die Fluſsfahrt mit der Landfracht mehr als Rechnung.

Flofsbahre oder Bergflüsse können aber niemals eine zu grofse Geschwindigkeit, vermittelst ihrer Geradeleitung, erhalten: wenn der Ingenieur nur für die Begränzung ihrer Bahn mit Faschinen-Dämmen oder mit den auf einen Faschinenbau liegenden Erddämmen sorgt Die Geschwindigkeit dieser Flüsse ist nämlich zu grofs, als dafs denselben blofse Erddämme widerstehen könnten. Je reissender ihr hoher Strom ist, desto weniger bleibt das, aus dem Gebirge von ihnen herabgerollte Material in ihrem Bette liegen, desto tiefer können sie dieses aushöhlen und desto seltner werden sie also über die wirklichen Ufer und Faschinen-Dämme treten. Gewöhnlich fliefsen sie in ihrem natürlichen Zustande durch blofse Kiesflächen, über welche sie sich ergiefsen, und theilen sich in eine Menge Aerme. So fliefst die Isar, die Salzach, die Sala, der Lech, die Alz und Iller in Baiern. Bergflüsse, die mir viel zu schaffen machen, und an denen ich bereits bedeutende Anlagen und Durchstiche ausführte, welche ich, der vielen Kupfer wegen, in diesem Werke nicht *alle* anführen werde. Da, wo es also geschehen kann, mufs ihr Bett in zwey Flufsbetten gebildet werden; das tiefere mit Faschinen-Dämmen zu begrenzende Bett führe den vollen-Strom, d. i., bey unsern Bergflüssen den Strom zu einer Höhe von fünf bis 6 Fufs über den niedrigsten Stand, und der höhere finde seine Ufer an hohen die höchsten Anschwellungen übersteigenden Dämmen, deren vordere Böschungen entweder mit Steinen bedeckt, mit Holz bepflanzt, oder mit grünen faschinenbauartigen Buschlagen, die Reiser treiben, bedeckt seyn müssen. Ausnahmen leidet jedoch die Maxime: das tiefere Bett in die Mitte der Bahn zu legen; denn man mufs es zuweilen an der einen Seite führen, wie ich diefs mit der Isar oberhalb München (Tab. C.) gethan habe. Bey diesen Bergflüssen mufs vorzüglich die Stromrinne in der Mitte der tiefen Bahn gelegt werden, weil, wenn der Stromstrich seiner bedeutenden Neigung wegen, die z. B. bey der Isar sich zur Länge wie 1 : 400 verhält, das eine Ufer angreifen würde, gleich auf das entgegengesetzte Ufer sich wirft, und so von einer Seite zur andern serpentirt, wo alsdann die Bauwerke den Angriffen des Stromes unaufhörlich ausgesetzt sind, und daher nach einigen Jahren von denselben untergraben und so zerstört werden.

§. 147. Eine dritte Art von Flüssen sind die langsam fliefsenden, welche beym vollen-Strom nur eine Geschwindigkeit von zwey Schuh haben. Diese müssen (wenn man sie nicht blofs als Sammelteiche zur Betreibung der Maschinen benutzen will) wobey auf den Vortheil der Uferlande nicht Rücksicht genommen würde, soviel als möglich zur Beschleunigung ihres Laufs gerade geleitet werden, vorzüglich wenn sie versandet sind, die Uferlande überschwemmen, oder dieselben ertränken, und in Moräste verwandeln; oder wenn sie endlich die Auswässerung der Uferlande und Flufspolder, ihrer hohen Lage wegen, stören, d. i., das Binnenwasser nicht aufnehmen. Der Ingenieur sollte daher ihrem Bette einen *hydrotechnischen Abhang* (§. 50.) vermittelst der Geradeleitung der gröfsten Krümmen, geben. Ein solcher regelmäfsig fallender Abhang mufs, indem er eine schiefe Fläche bildet, nothwendig an-

fänglich die gröfstmöglichste Geschwindigkeit des Stromes zur Folge haben; daher das Bett vertiefen und die Oberfläche des Stromes senken. So mufs z. B. der Brenta-Flufs im venetianischen Tab. H geleitet werden.

§. 148. Der Lehrsatz (§. 35.) von dem Verhältnisse der Profile und den Geschwindigkeiten, dem gemäfs sich bey dem im hydraulischen Beharrungsstande fliefsenden Strome, die Profile wie die Geschwindigkeiten verhalten, gibt noch folgende Regeln: a) Will man in einem Flufsbezirke A die Tiefe vermehren, so mufs die Geschwindigkeit vergröfsert werden, welches entweder durch die Erweiterung der Bahn des untern Flufsbezirkes B, oder 2) durch die Schmälerung des Flufsbezirkes A geschehen kann (§. 36.) c) Die Vergröfserung der Geschwindigkeit in einem obern Flufsbezirke kann man auch dadurch hervorbringen, dafs die unterhalb demselben fortgehende Stromrinne erweitert wird.

§. 149. Nach dem Lehrsatze von dem Verhältnisse der Profile (§. 35.) mufs man auch die Nebenarme eines Flusses durch Bauwerke, die man *zukribbungen* nennt, alsdann abschliefsen, wenn das Bett in dem Hauptflufsarme auf eine schädliche Weise für die Schifffahrt und für den Abgang der Hochgewässer und Eismassen sich erhöht hat, folglich die Hochgewässer über die natürlichen und künstlichen Ufer austreten. In diesem Falle mufs man also die Inseln mit dem festen Lande zu vereinigen (54.) suchen, und die Verlandung des verlassenen Flufsarmes bewirken. Wie dies aber auf die befste Weise und mit dem geringsten Kostenaufwande geschehen könne, darüber werde ich die Mittel im nächsten Abschnitte vortragen, und belehrende Beyspiele anführen.

§. 150. Ein anderes Mittel zur Vertiefung eines Hauptflufsarmes besteht nach eben diesem Lehrsatze darin, dafs man seine Wassermenge etwas vermehrt, welches durch die Anlage eines an dem Vorkopfe der Insel anzulegenden *schöpfwerkes* bewirkt wird, indem man dadurch die Wassermenge des einen Flufsarmes vergröfsert, also deren Bett vertieft.

§. 151. Da bey solchen Flüssen, die viel Eis führen, in allen spitzen Serpentinen, Eisdämme entstehen, (§. 64.) worin sich die Eisschollen auf- und unter einander schieben, welche den Strom und das Eis zu einer dem Uferlande schädlichen Höhe anschwellen; solche Eisdämme auch daselbst entstehen, wo das Flufsbett eine sehr hohe Lage hat, weil des Stromes Geschwindigkeit nicht mächtig genug ist, die Eismassen im Gange zu erhalten, und anderntheils das Eis auf diese seichten fest friert: so mufs der Ingenieur jene Serpentinen durchgraben, und diese seichten durch Einschränkung und Regulirung der Flufsbahn fortzutreiben, folglich auch die Geschwindigkeit der Eismassen zu befördern suchen, wodurch zugleich das Flufsbett gereinigt wird (§. 76.). Zur Erreichung dieses letztern Zweckes trägt nichts kräftiger bey, als die eine bedeutende Geschwindigkeit habenden Eisgänge (§. 77. und 79.). Die zu Beschleunigung der Eisschollen abzweckenden in die Flufsbahn hineingehenden Bau-

werke müssen daher die Höhe des *rollen-stromes* haben, um mit demselben auf das Bett zu wirken, also dessen Vertiefung hervorzubringen. Je tiefer nämlich das gesammte Flufsbett gehalten wird, destoweniger kann der Strom hoch anlaufen und seine natürlichen oder künstlichen Ufer übersteigen (§. 36.) Zur Erreichung dieser Absicht wird also der Wasserbaukundige sich öfters nicht allein der Bauwerke und der Durchstiche, sondern auch wohl angelegter Dämme bedienen, welche den Eisstrom in bestimmte Profile beschränken, daher seine Geschwindigkeit vermehren. Alle Deichanlagen sollten demnach auf den Lauf des Stromes keinen nachtheiligen Einflufs haben! Also mufs man stets die Deichlinie bey dem Flufsbau in Erwägung ziehen. Ja! die Hauptdeiche dürfen weder in dem Bug der die Eisdämme verursachenden Serpentinen ohne Noth hinein gelegt werden, noch niedriger als die höchsten Eisströme liegen, und sich dem jenseitigeu hohen Ufer mehr nähern, als die hohen natürlichen Ufer längs einer geradelinigten und parallelen Bahn entfernt sind. Man sieht also daraus, dafs der Deichbau mit dem Flufsbau in engster Beziehung steht. (§. 65. und 80.).

§. 152. Auch bey dem Brückenbau mufs der Ingenieur die Flufsbaukunde zu Rathe ziehen. Es mnfs nämlich 1) bey schiffbahren Flüssen mit der Brücke die Profilweite nicht über die Breite der nächsten parallelufrigten und geraden Flufsbahn, worin zur Schifffahrt eine hinreichende Tiefe statt findet, geschmälert werden. 2) Sind die vordern Wände der Widerlager, die Joche und Pfeiler der Brücken, nur in der Richtung der bestehenden oder durch hydrotechnische Anlagen zu rectificiren-Flufsbahn zu legen, damit der Abgang der Eismassen und des Stromes nicht gestört werde. Zu Ausnahmen ist der Wasserbaukundige nur da, wo die Lage der Städte, Dörfer oder Gassen durchaus eine Abänderung nothwendig machen, berechtigt. 3) Müssen die Brücken-Pfeiler, deren Vorköpfe und die Umgebungen der Joche, eine solche Form erhalten, dafs sie nicht nur den Strom und die Eis-Massen gut spalten, sondern auch unterhalb der Brücke selbst keine Widerströme und Wirbel hervorbringen, welche eines Theils der Schifffahrt gefährlich sind, andern Theils die Geschwindigkeit des Stromes und Eisgangs verringern; daher Aufstauung des erstern und Festsetzung des letztern oberhalb der Brücke erzeugen. Zur Erreichung eines ungestörten Laufes des Stromes müssen daher die Brücken-Pfeiler und ihre Umgebungen vorne nach einem Halbkreise gestaltet und daselbst breiter, als stromabwärts seyn; hier aber aus zweyen Kreis-stücken bestehen und spitz zulaufen. Diese Figur verhindert, wie die Erfahrung zeigt, die Wirbel und Widerströme, welche wir gleich unterhalb der anders gestalteten Brücken-Pfeiler antreffen. 4) Ist die Weite der Bögen so grofs als möglich zu machen, damit die Eisgänge und der Strom keine Hindernisse in ihrem Laufe erfahren. Zur Erreichung der letztern Absicht sind nun vorzüglich die von mir erfundenen Bogenbrücken, deren ich bis jetzt siebenzehn in Baiern, welche 80 bis 215 Schuhe weite Bögen haben, erbaute, sehr zweckmässig. Der Leser, welcher diese construcktion nicht kennt, und sich damit vertraut machen will, findet darüber in

meinen Beyträgen zur Brückenbaukunde 1809 Belehrung. Endlich mufs man den Anfang der Bögen wo möglich so hoch stellen, dafs er den Eis-Schollen oder dem höchsten eisfreyen Strome unerreichbar bleibt, damit alle Aufstauung desselben vermieden werde. Selten wird man aber diese Maxime, der niedrigen Lage der Gassen, Häuser und Strafsen wegen, in Ausübung bringen können.

Auf diese Grundsätze der Flussbaukunde ist bey Aufführung der Brücken oder bey ihrer Unterhaltung bis jetzt wenig Rücksicht genommen worden. — Ich will darüber nur ein Beyspiel anführen, wie wohl es deren in jedem Lande eine Menge giebt; nur allein auf der Donau können die Brücken von Ulm, Lauingen, Ingolstadt, Regensburg und Straubingen angeführt werden, welche alle gleichsam Wehre bilden. — Aber keine Brücke hat solche Nachtheile für die Schifffahrt und Uferbewohner, als die *Regensburger Donau-Brücke.* Sie läfst den Strom zwischen den zu fünf Schuh über den niedrigsten Wasserstand liegenden Umgebungen der Pfeiler, auf der rechten Seite bis zu dem die Donau in zwey Arme theilenden von dem Ober-Wehrt nach dem untern Wehrt gehenden Wehrdamm, nur eine Weite von 69 Schuh 8 Zoll, und eine ihrer Oeffnungen zwischen je zwo Umgebungen der Pfeiler mifst nur 13 bis 18 Schuhe, so dafs keine Schifffahrt stromaufwärts, dieser engen Oeffnungen sowohl als der fürchterlichen Wirbel wegen, die am untern Ende dieser Umgebungen der Pfeiler statt finden, möglich ist. — Ursprünglich betrug aber jede der Oeffnungen dieser kolossalischen Brücke im Mittel 45 Fufs. Jeder Pfeiler hat eine Breite von 24 Fufs 4 Zoll. Diese im zwölften Jahrhundert erbaute Brücke hat fünfzehn Bögen von 43 bis 50 Schuh 6 Zoll Weite. Wahrscheinlich ist es, dafs die Oeffnungen zwischen den Pfeilern eben so grofs waren, und dafs ursprünglich die den Strom gegen alle Grundsätze der Flufsbaukunde schmälernden Vorbaue der Pfeiler, nicht bestanden, oder doch nicht so weit in den Strom gingen, wie jetzt.

Für das Zeitalter, worin die Regensburger Brücke erbaut wurde, ist sie ein wahres Meisterwerk! — Nacher erst hat man den Fehler begangen, die Umgebung der Pfeiler so grofs zu machen und die Oeffnungen von 50 bis auf 13 Schuhe einzuzwängen. Vielleicht war man für die Sicherheit der Brücke selbst besorgt, oder opferte den Mühlen alle andern Rücksichten auf, indem durch diese Beengung des Profils, der Strom in die Höhe getrieben wurde. Da diese Umgebungen aus einem mit Steinen gefüllten Pfahlbau bestehen, und die Pfähle fünf Schuh über das niedrigste Wasser hervorragen, also kaum fünzig Jahre der Fäulnifs widerstehen, so kann man leicht denken, wie viel hier für Reparaturen ausgegeben worden ist, besonders nach Eisgängen.

Die Reisenden sahen daher an diesen Vorbauten und Steindämmen stets arbeiten; aber auch noch Ramm-Maschinen, die jetzt nicht mehr in Baiern angewendet werden, weil sie kostspielig sind und viele Zeit erfordern. Es sind Maschinen mit Trett-Rädern und andere mit Haspeln.

Will also ein Schiffer bey dem Kay vor Regensburg die Donau hinauf fahren, so muſs er erst eine halbe Stunde stromabwärts schiffen, dann vor *Stadtamhof* vorbey, und endlich durch die enge Mündung dieses letztern Fluſsarmes das *Wehrloch* genannt, mit Gefahr passiren. So unverantwortlich hatten sich also die Baumeister Regensburgs an diesem majestätischen von der Natur zur Schifffahrt geschaffenen Donau-Fluſs, versündiget. Ja! bis zur verständigen Regierung des *Fürsten Primas* konnten die Donauschiffe nicht einmal vor Regensburg stromabwärts passiren, weil die Brückenöffnungen alle zu enge waren. Sie muſsten daher, um vor dieser Stadt zu landen, erst bey Stadtamhof vorbey, und einen Umweg von 1½ Stunden machen. Vor drey Jahren wurde nämlich eine der Oeffnungen von 15 auf 18 Schuh erweitert! Hierzu kommt noch, daſs die Mündung des linkseitigen vor Stadtamhof vorbeyflieſsenden Stromarmes (das Wehrloch) nur 44 Schuh 2 Zoll baierisch weit ist, so daſs die gesammte Profilweite der Donau bey Regensburg (bey 5 bis 6 Fuſs Pegelhöhe) nur 113 Schuh 10 Zoll mit Ausschluſs der Mühlgerinne, beträgt, wiewohl die Fluſsbahn bey eben diesem Wasserstande von 5 Schuh, unterhalb Regensburg, bey Tagernham, in der regulären Bahn, 500 Schuh breit ist. Diese unvernünftige Verengung der Donau verursacht nun oberhalb der Brücke einen Eisdamm, der die Gewässer und Eismassen zu einer fürchterlichen Höhe anschwellt, dieselben auf Stadtamhof wirft, das deswegen mehr als einmahl groſse Verwüstungen erfahren hat. Ja! diese Aufschwellung des Stromes und der Eismassen dehnt sich oberhalb bis Kehlheim so merklich aus, daſs nach Maſsgabe die Umgebungen der Pfeiler von der Regensburger Brücke von Zeit zu Zeit erweitert, folglich die Profile dazwischen geschmälert wurden, die Hochgewässer an Höhe zunahmen. So standen sie nach einer am kön. Brauhause zu Kehlheim, welches 6 Stunden oberhalb Regensburg liegt, angemerkten Wasserhöhe, im Jahre 1709, 13 Schuh 3 Zoll über den niedrigsten Wasserstand der Donau, und stiegen immer höher, bis sie endlich im Jahr 1809 die Höhe von 19 Schuh 7 Zoll erreichten. Auch bey Regensburg war der Eisgang in diesem letztern Jahre zu einer bis dahin beyspiellosen Höhe gestiegen.

Für diese Stadt ist noch die von ihr nach dem untern Wörth gehende mehrere Joche habende vom letzten Eisgang zum Theil fortgerissene hölzerne Brücke gefahrbringend gewesen, indem sie das Eis und den Strom unterhalb der steinernen Brücke aufstauet.

Der Leser wird ohne Zweifel zwey Fragen aufwerfen: 1) Wie konnte man sich zu solchen, allen Grundsätzen einer vernünftigen Praxis und der Wissenschaft widersprechenden Anlagen verstehen? 2) Warum suchte man diese Uebel nicht zu entfernen? Ich antworte darauf: a) daſs Regensburg ehemals unter einer andern Regierung als die Ufer der Donau stand, b) daſs man bey allen abgehaltenen Commissionen nicht wissenschaftlich verhandelte, und daſs man von Seite Regensburgs diese Beengung und Aufstauung des Stromes zum Umtriebe seiner Gewerbe und Mühlen, die aus zwanzig

Wasserrädern bestehen, als nothwendig erachtet wurde. Folgende Maafsregeln werden das Uebel ganz entfernen. 1) Kann dem obern Mühlcanale bei allen Wasserhöhen bis zu sechs Fufs über den niedrigsten Stand der Donau, als bis zu welcher Höhe das oberhalb und unterhalb der Brücke, ja selbst durch eine Oeffnung derselben hinlaufende Ueberfallwehr liegt, das zum Umtriebe der Wasserräder erforderliche Wasser vollständig zugeführt werden, wenn man die zwischen den Umgebungen der Pfeiler engen Oeffnungen erweitert, sie aber mittelst Balkenwänden, die sich bey höhern Wasserständen schnell öffnen lassen, verschliefst. Alsdann kann die Donau vor Regensburg vorbey stromaufwärts von Schiffen befahren werden, welches jetzt unmöglich ist.

Dafs dieser Vorschlag hier mit Erfolg ausgeführt werden kann, beweist das von mir bey Landshut 1810 in den Isarflufs, nach einer ähnlichen Maxime, erbaute massive Durchlafswehr. Ein Werk, welches ich in dem vierten Heft meiner Beyträge zum Flufs- und Wehrbau (1810) beschrieben habe. Hieraus geht demnach hervor: dafs auch der Bau der Wehre von den Grundsätzen der Flufsbaukunde wesentlich abhängt.

Ein sehr merkwürdiges Flufslocale, wobey der Wehrbau von den Grundsätzen der Flufsbaukunde abhängt, bietet auch der Maynflufs bey der Stadt Frankfurt dar. Im Frühling 1799 wurde ich von ihr angegangen, Vorschläge zur Verbesserung dieses Flufsbezirkes, in Hinsicht des Fahrwassers so wie der Mühlen, wegen Erhaltung der Brücke und der Anlage eines Hafens zu entwerfen. In dem zweyten Bande dieses Werkes werde ich dieselben mit dem dazu gehörigen Plane und den hydrometrischen Messungen so wie das Landshuter Wehr bey der Abtheilung vom Wehrbau mittheilen. Doch ich komme auf den Flufsbezirk bey Regensburg zurück. —

Die zweyte Verbesserung der Donau bey Regensburg besteht in der Erweiterung der Mündung des linkseitigen vor Stadtamhofe vorbeyfliefsenden Stromarmes d. i. des Wehrloches.

Drittens mufs ich bemerken, dafs statt der nach dem Unterwehre führenden Jochbrücke eine aus einem Bogen bestehende Brücke erbaut werden sollte, um den Abflufs des Stromes und das Treiben des Eises zu befördern, d. i. die Eisdämme zu vermeiden, folglich von Regensburg die Ueberschwemmungen abzuwenden. Durch den anzulegenden steinernen Bogen des künftigen rechtseitigen Widerlagers dieser Bogenbrücke würden alsdann die Salzschiffe gehen, weil ihr Canal vom Hauptstrom abgeschlossen ist; der steinerne Bogen im linkseitigen Widerlager würde den linkseitigen Mühlcanal aufnehmen! So würde also Regensburg und Stadtamhof allen Wassergefahren entzogen werden.

Wie weit die Brückenöffnungen und das Wehrloch gemacht werden müssen, diefs läfst sich jedoch erst dann bestimmen, wenn dieser Flufsbezirk hydrometrisch untersucht und genau aufgenommen seyn wird. Bis jetzt hat man aber diese Messungen nicht angestellt, es ist sogar nicht einmal eine Flufskarte davon vorhanden. Wahrscheinlich wird aber in meinem Dienstverhältnisse die Gelegenheit entstehen,

diese Untersuchungen vorzunehmen, die bestimmten Verbesserungsvorschläge zu entwerfen, und auszuführen.

Ich habe dieses wichtige Local hier etwas umständlicher deſswegen erwähnen müssen, wie es der Plan dieses Kapitels selbst erlaubt, um den Beweis davon aufzustellen: daſs der Brücken- und Wehrbau mit dem Fluſsbau in der engsten Verbindung steht, und daſs auf diesen sowohl beym Wehr- als Brückenbau stets Rücksicht genommen werden müsse.

§. 153. Insoferne alle Widerströme die Geschwindigkeit d. i. den Ablauf der Hochgewässer stören, (§. 55. und 56.) muſs man dieselben zu vermeiden suchen, und daher in groſsen Flüssen weder weit zurück gehende Concavitäten des Ufers dulden, die überdieſs der Schifffahrt (§. 59.) sehr nachtheilig sind, noch mittelst den in das Fluſsbett hineingelegten Werken dem Ufer und der Schifffahrt sehr schädliche Widerströme hervorbringen.

§. 154. Aeusserst beförderlich für die Versandung sind auch die Widerströme in den Mündungen der Flüsse (§. 61.) wo man sie also durch Bauwerke zu entfernen trachten muſs, welches dadurch geshehen kann, daſs dem Ebbe- und Fluthstrom vermittelst zweckmässig angelegter Werke, ein regelmässiger Lauf gegeben wird, indem man der Fluth so wie den hohen Seewogen und dem Küstensande den Eintritt in die Mündungen, durch Bauwerke erschwert. Ein Beyspiel werde ich im 2ten Abschnitte bey der Regulirung der Maasmündung in Holland aufstellen.

Da die Concavität eines Ufers die Convexität des ihm gegenüberstehenden zur Folge hat, und umgekehrt sich jene vergröſsert, wenn diese zunimmt, und zwar (§. 35.) je nach der Tenacität des Bettes, der Gröſse der Geschwindigkeit und der Richtung der Fluſsrinne, so dürfen die convexen Ufer und die davorliegenden Sandplatten nicht durch Anpflanzungen noch Bauwerke vergröſsert werden. Länder, zwischen denen ein Fluſs die Gränze bildet, sollten daher eine hydrotechnische Convention errichten, und auf ihre Befolgung mit Nachdruck halten, damit weder die einen noch die anderen Fluſsangränzer zweckwidrige und den Lauf des Flusses nachtheilige Bauanlagen und Anpflanzungen machen.

§. 155. Die Nebenflüsse müssen so spitzwinkelicht als möglich in den Hauptfluſs eingeleitet werden, um nicht sowohl ihre eigene Geschwindigkeit zu vergröſsern, als auch bey ihrer Anschwellung auf den Hauptfluſs eine schädliche Einwirkung zu äussern, und dessen Bett nicht mit Material, in der Nähe ihrer Mündung, anzufüllen. (§. 68. und 69.)

§. 156. Bey den Theilungen der Fluſsäste und vorzüglich solcher, die eine schifffahrtsfähige Tiefe behalten müssen, hat der Ingenieur das Separationswerk dergestalt anzulegen, daſs a) keiner von den zwey Fluſsästen ein das vom ungetheilten Fluſs geführte Material einschlürfender Strom sey, b) daſs weder der eine noch der andere Stromast eine für die Deiche schädliche oder für die Schifffahrt zu geringe

strommasse empfängt, c) daſs weder in der Mündung des einen noch des andern ein Eisdamm entstehe, und daſs also 4) der vor der Separation liegende ungetheilte Fluſs nicht Sand- oder Kiesbänke in seiner Bahn, oder ein hohes Bett, sondern vielmehr ein regulaires Bett habe; welches daher so viel als möglich mittelst Bauwerken tief zu erhalten ist. Hieraus und aus dem in §. 70. vorgetragenen Grundsatze folgt: daſs man das Separationswerk in der Nähe des Scheidungspunctes, worin die beyden Fluſsrinnen der Fluſsäste sich trennen, bringen, und daſs man dessen Richtung in die Richtung von der Rinne des ungetheilten Flusses, selbst oberhalb der Separation, legen und öfters den ungetheilten Fluſs in künstlichen Ufern beschränken müsse, um ihn regelmäſsig auf das Separationswerk zu leiten.

§. 157. Durch die Befolgung aller dieser Maaſsregeln oder durch eine Annäherung, wird man die Flüsse für ihre Anwohner wohlthätiger leiten, das heiſst, man wird a) ihre Oberfläche senken, mithin die Austrocknung also auch die Auswässerung derer hinter den Deichen niedrig liegenden Lande und Sümpfe befördern, und die hohen verderblichen Anschwellungen der Flüsse mindern, b) den Abfluſs des Wassers und Eises beschleunigen also die Versandungen verhindern, c) den gefahrvollen Uferabbrüchen zuvorkommen, endlich d) die Fahrbarkeit der Flüsse verbessern.

§. 158. Vor allem aber muſs der Fluſsbaumeister den Versandungen der Flüsse entgegen arbeiten, denn sie sind die wesentlichsten Ursachen der verderblichen und hohen Ueberschwemmungen, welche über die Deiche stürzen. Sie lassen auch, weil alle Flüsse Europens von der Weichsel bis Gibraltar, von der Nordsee bis zum schwarzen und mittelländischen Meere ihre Betten erhöhet haben, eine Revolution der Fluſsgegenden befürchten. Ja! bey einigen Flüssen, insonderheit bey den Holländischen, ist die Erhöhung ihrer Betten vorzüglich seit einigen Jahrhunderten sehr beträchtlich und für die Uferbewohner des Rheins, besonders aber für ganz Holland, äusserst beunruhigend gewesen. Ich hielt es daher für Pflicht, darüber in einem öffentlichen Blatte zu reden, und die Regierungen durch diesen in der Tübinger allgemeinen Zeitung No. 18., 19. und 20. Jahrg. 1802 enthaltenen Aufsatz auf die Gefahren, welche die Versandungen der Flüsse herbeyführen, aufmerksam zu machen. (*) So hat der Thalweg der Donau, d. i. die 32 Schuh enge Stromrinne beym niedrigsten Wasserstande unterhalb Dillingen, ohnweit dem Dorfe Steinheim, nur 2 Schuh Tiefe. Da die Donauschiffe aber 3 Schuh tauchen, so ist entweder hier die Schifffahrt während ihres niedrigsten Wasserstandes gesperrt, oder die Schiffer müssen die Güter ausladen. Noch mehr aber, als die Donau ist das Fluſsbett des Inns, der Isar und des Lechs erhöht worden, nämlich von dem aus Tirol herabkommenden Material, besonders

(*) Unter andern Druckfehlern, die in diesem Aufsatze eingeschlichen sind, muſs in No. 18. S. 7. Z. 18. stehen *weiter* statt *enger*.

seitdem in diesem Gebirgslande die Waldcultur und die Leitung der Wildbäche vernachläſsiget, mithin die Berge locker wurden, die Steine herabrollten, und von den Wildbächen in die Bergflüsse Baierns geführt sind. Mit dem Fluſsbau steht daher auch die Behandlung der *Wildbäche* in Beziehung. So nennet man nämlich die Gebirgsbäche, welche einen groſsen Fall haben, und ungeheure Felsmassen von 500 Ct. schwer, und ganzes Geschiebe und Gerölle von Steinen und Erde mit wenig Wasser, welches alles gleichsam nur einen Brey macht, herabführen, da ihr Bett einen groſsen Abhang hat. Auch die Bergfälle in Tirol, Murbrüche genannt, stehen damit in Verbindung. Sie werden eines Theils von dem Wasser, womit die Berge und ihre Thonlager geschwängert sind, und andern Theils von Schneelavinen oder heftigen Regengüssen hervorgebracht. Um daher die Oberfläche des Erdreichs gegen Abspühlung vom Regen und dem Abreiſsen durch Lavinen, zu sichern, muſs die Waldcultur befördert werden. Das unterirdische Wasser muſs man aus den Thonschichten, durch Abbohrung der Quellen, zu Tage führen. Dieses letztere werde ich bey der Materie von den Austrocknungen lehren. Aber die Waldcultur ist ein Gegenstand der Polizey-Gesetze und der Forst-Oeconomie. Alle steinigten und thonigten Bergabhänge, selbst diejenigen Kalkgebirge, deren Gerölle in die Wildbäche stürzt, sollten mit deutschen Pappeln und der Strandweide bepflanzt werden: Holzgattungen, die auf dem sterilsten Boden wachsen, welches ich in den Venetianischen und Baierischen Gebirgen, so wie in Burgogne zu bemerken Gelegenheit gehabt habe. Die Wirkungen solcher Bergfälle sind entsetzlich. Sie geben ein Bild von dem mosaischen Chaos (*)! Ja! in Tyrol rechnet

(*) Der am 2ten September 1807 zwischen dem Zugger und Lowerzer See vorgefallene Bergsturz war für mich in Hinsicht der Straſsen Tyrols, wo ähnliche Fälle zu befürchten sind, so wichtig, daſs ich bey Gelegenheit einer Bereisung der Provinz Schwaben auf meine Kosten mit meinem ältesten Sohne dahin reiste. Da einige bisher über dieses Ereigniſs bekannten Beschreibungen mit dem Vorfalle selbst im Widerspruche stehen, so werde ich, so gut es ohne Karte, die ich an Ort und Stelle zeichnete, geschehen kann, eine getreue Darstellung davon geben.

Zwischen den zwey genannten Seen und dem Roſs- und Rigiberg, lag ein Thal, dessen Länge 1800 Klafter, und dessen Breite im Mittel 650 Klafter betrug; dasselbe wurde von zwey Hauptbächen und einigen kleinern durchschlängelt. Jene sind der Aa Bach und der Ey-Bach, die beyde am Fuſse des Rigi-Berges entspringen, und wovon sich dieser in den Lowerzer-See, jener in den Zugger-See ergoſs.

Der Roſs-Berg besteht an seinem Gipfel aus Sandsteinen, auf dem Abhange aus Thon, Erde, Quarz und Nagelflue (Breccia von Kiesel) und am Fuſse aus Thon Er ist mit vielem Wasser geschwängert, welches die Quellen, die man antrifft, so wie die Bestandtheile der abgestürzten Masse, welche noch am 20. September viel wassser enthielt, und zu 2/3 aus in Wasser aufgelöstem Thon bestand, beweisen. Schon in frühern Zeiten ist zwischen Ober-Aarth, dem verschütteten Dorfe Goldau und dem Fuſse des Rigi-Berges ein Theil des Roſs-Berges gefallen, wie dies das Local zeigt. Man sieht auch noch etwa 250 Klafter von dem jetzigen Bergsturze entfernt, die perpendiculaire Wand, wovon sich damals die Sandsteinmassen getrennt haben. Die Ursachen dieses Bergsturzes sind nun keine andern, als daſs sich die Schnee- und Regengewässer in die Klüfte der Sandsteinlager, deren es bedeutende gab, sammelte, dieses Lager durchdrangen, und sich mit den in dem Thonlager befindlichen Quellen vereinigten. Dieses Gewässer erweichte den Thon dergestalt, daſs sich die gesammte obere mit Nadelholz bewachsene Kruste dieser Erd- und Thonmasse, in Bewegung setzte. In diesem Augenblicke muſsten sich auch die Sandsteine aus ihrem Lager ablösen, und herabrollen, weil sie ihres Unterlagers beraubt waren. So stürzte die obere Schale des Bergrückens, nach der Angabe der dortigen Bewohner, binnen vier Minuten herab, und verschüttete das fruchtbare Thal. Während des Abstürzens stand

man: dafs mehr als 200,000 Menschen der Wildbäche wegen ein unsicheres Eigenthum haben. So betrug im Jahre 1806 der Schaden, den sie in diesem Lande anrichteten, über eine halbe Million Gulden. Also Beweggründe genug, um ihren Wirkungen, durch wohlgewählte Maafsregeln zu entfernen! Das sicherste Mittel besteht, ausser der Waldkultur, darin: dafs man das Steingerölle, welches sie führen, zurück hält, und ihren ungeheuern Fall, folglich ihre Geschwindigkeit verringert, damit sie nicht vermögen behalten, die Steinmassen fortzuwälzen, womit sie jetzt Städte, Dörfer und Fluren beschütten und die Bergflüsse anfüllen.

Die, in dem gröfsten Theil des Jahres wenig Wasser führenden, Wildbäche müssen daher an Geschwindigkeit geschwächt werden, welches durch Thalsperren, d. i. Zudämmungen des Bettes in der Nähe ihres Ursprunges, so wie der Bergschluchten, die ihr Geschiebe und Gerölle darin herab rollen, geschicht. Diese Thalsperren bestehen aus Steindämmen von Felsmassen, Verhauen, Faschinenwerken, die man mit grofsen Steinen bedeckt, oder aus Balkenwänden und Holzbaukästen, die man mit grofsen Steinen

anfänglich der auf dem abgleitenden Thonboden gewachsene Wald vertikal. Ein Beweis, dafs die gesammte Thonmasse flüfsig geworden war. Ia es stehen noch zwey Bäume auf diesem Schutt vertikal, so wie sie auf dieser Stelle gewachsen sind. Dann erst, als die Steine folgten und die Abgleitung der Masse durch den Absturz von einem etwa 2800 Schuh hohen Gipfel auf einer unter 40 Grad geneigten Fläche beschleunigt wurde, stürzte der Wald um, dessen Reste man auch noch hie und da sieht. Wenn die Angabe der Bewohner richtig ist; so legte diese Masse, worin sich viele Sandsteine von sieben und zwanzig bis 30,000 Cubikschuh befinden die also 40,500 Centner schwer sind, in vier Minuten den Weg vom Rofs-Berge bis am Berge vor dem Hofe Fallenboden, den Raum von etwa 1500 Klafter zurück. Folglich hätte sie die ungeheuere Geschwindigkeit von 34 Schuh in einer Secunde gemacht. Grofs mufs sie gewesen seyn! denn es sind Steine von beyläufig 1000 Centner einige hundert Schuh gegen den Berg von Fallenboden, der ganz abgeschält ist, hinauf geschoben. Da, wo die Sandsteine sich vom Rofs-Berge abgetrennt haben, steht die Steinwand vertical, in welcher man das Steinlager erblickt. Oben mag die Breite des Bergsturzes 700 Fufs, unterhalb 2400 Schuh betragen. Wenn die abgestürzte Masse noch 500 Fufs weiter nach Aarth zu gefallen wäre; so hätte sie ein Thal gefunden, wäre in den Zugger-See gestürzt und würde höchst wahrscheinlich das schöne Dorf Aarth bedeckt, den Zugger-See aber aus seinen Ufern getrieben haben. Bey der Gleichgültigkeit, womit man in der Schweitz wie überall, die Wildbäche und Waldkultur auf Gebirgen behandelt, kann dieses Unglück wohl noch beym nächsten Bergfall eintreten.

Jetzt ist meiner Meinung nach, der Aa-Bach in den Zugger-See und der Ey-Bach in dem Lowerzer-See zu führen, weil die Natur, das Local diese Richtungen bestimmt. Eben so wird man ohne Zweifel den übrigen Gewässern ihre ehemaligen Richtungen geben. In der Zukunft können sich einzelne Sandsteine von der Wand des Rost-Berges abtrennen, aber ein zweyter Bergsturz wird nicht vorfallen, wenn man dem Kien-Bach den gehörigen Abflufs verschafft, und die sich in dem Abhange des Rofs-Berges, welcher von dem sogenannten Spizebühel bis Aarth geht, zeigenden Quellen abbohrt, und in kleine Ableitungen sammelt, auch die Waldkultur in diesem Abhange befördert. Die Leitung der Bäche, der Ersatz der Kapitalien, welche auf den verschütteten Boden geliehen waren, sollten meiner Meinung nach, auf Kosten der gesammten Schweitz geschehen, weil ein solcher Vorfall eben das ist, als hätte eine fremde Macht diese verschüttete Gegend der Schweitz entrissen; denn der Boden wird künftig wenig oder nichts bringen. Die Anlage der Strafsen nach Schwitz sollte auf Kosten des Cantons Schwitz bewerkstelligt werden.

Dieses Ereignifs wird es wohl die Regierungen von Gebirgsländern bewegen: solche Maafsregeln zu nehmen, mittelst denen man mit möglichster Klugheit ähnlichen Verschüttungen zuvor kommen kann?

auszufüllen hat. Diese Thalsperren müssen, um den Abhang der Wildbäche zu brechen, selbst so hoch als möglich, und in den Schluchten angelegt werden.

Auf diese Weise werden sie einzelne, die Steinmassen zurück haltende, Ueberfälle bilden, und den Wildbächen einen geringern Abhang, folglich auch weniger Vermögen geben, um die Steine fortzuwälzen. Jede Brücke kann durch ihren Grundbau zu einer solchen Verdammung der Thalsperre dienen.

Ferner ist der Wildbäche Bett so tief, als möglich zu machen, damit die mit Sand, Kiesel und Steinen geschwängerte Wassermasse nicht das Uferland überschütte. Also mufs man sie in den weiten Thälern mit Stein - und Faschinen - Dämmen, oder Holzwänden einfassen, und diesen Gerinnen daselbst eine Sohle von Bohlen oder Balken geben, wo das Wasser die Steine nicht fortwälzt, die sie für das Thal selbst zu einer nachtheiligen Höhe anschwellten; welche Bäche dann das Material seitwärts dem Bette des Wildbaches über die Fluren schütten, und sich einen neuen Lauf ausreissen.

In so fern der Wildbäche Geschwindigkeit geschwächt werden mufs, damit sie so wenig, als möglich Material in die Bergflüsse führen, so darf man sie nicht gerade leiten, sondern da, wo es der Uferlande wegen geschehen kann, in Krümmungen führen, deren concaves Ufer aber mit Steindossirungen zu beschützen ist.

Damit die Wildbäche endlich nicht das Bett der Bergflüsse, da, wo sie in dasselbe treten, mit Material verschütten, so vereinige man dieselben mit diesen Flüssen unter einem spitzen Winkel.

In diesem §. habe ich allerdings die hydrotechnischen Gränzen dieses Kapitels überschreiten müssen, weil ich weiter die Materie von den Wildbächen nicht verfolgen werde, da die Bauten daran keinen andern Maximen unterworfen sind, und von jedem Zimmermann und Maurer, mit Ausnahme der Faschinenbaue, ausgeführt werden können, wenn die Ingenieure nur nicht kleine Steine, sondern so grofse Felsstücke wählen, wie die Wildbäche niemals fortwälzen, oder Steine, die in Verbindung mit kleinen Steinen und frisch gelöschten Kalk oder in Fachwerken von kreuzweise verbundenen Balken (nach der Art der Blockhäuser) gelegt, einen Körper bilden, und wenn sie den, aus aufeinander gelegten Steinen, gemachten Dämmen eine hinreichende Böschung geben, aber ihren Fufs mit Faschinenbau sichern, damit er nicht unterspült werden möge.

§. 159. Wie zweckmäfsig indessen alle nach Grundsätzen und einer genauen durch hydrometrische Messungen erlangten Kenntnifs des Locals entworfenen Flufsbauten in Ausübung gebracht werden mögen; so wird man sich doch aus allen denen im ersten Kapitel entwickelten Eigenschaften der Flüsse, welche von so wesentlicher Einwirkung auf die Bewegung des Stromes, dessen Angriff und den Veränderungen, die mit dem Bette vorgehen, überzeugen, dafs man die Flüsse nie als reguläre Wasserleitungen, oder wohl gar als Röhrenleitungen wird behandeln können. Dafs also eine Stabilität (regime) des Bettes, wornach gar kein Abbruch noch Anwachs im

Flusse und an den Ufern statt finden kann, zu welchem Zustande doch nach vielen Schriftstellern die Betten gebracht werden sollen und müssen, nicht möglich sey; Vorschriften, die sich allenfalls in einer Zeichnung, aber nie in der Wirklichkeit befolgen lassen. Die Natur steht ja auch in keinem Theile ihres Gebiethes stille, warum soll sie es denn bey den Flüssen thun? Alles, was wir also mit Hülfe der Wasserbaukunde bewirken können, ist: die Flüsse so unschädlich, als möglich, zu leiten, und nie von den ächten, durch Erfahrung bestätigten, Grundsätzen abzuweichen.

§. 160. Ich habe also jetzt noch diejenigen Werke, womit man die Flüsse in zwey Arme theilt; die Flufsarme zudämmt, die in die Flufsbahn frey hineingehenden Bauwerke und die Uferbau näher zu betrachten.

Zuerst will ich von ihrer *Form*, *Stärke* und *Höhe*, dann von ihrer *Lage* und *Richtung* auf den Stromstrich, und endlich von der *Entfernung*, auf welcher sie von einander zu legen sind, handeln.

§. 161. Die *Form* und *Stärke* aller in das Flufsbett hineintretender Bauwerke, welche ich der Kürze wegen im allgemeinen *isolirte Werke* nenne, und worunter ich auch die Separations- und Schöpfwerke begreife, müssen eine von der Wurzel bis zur Spitze fallende Oberfläche erhalten. a) Die Separationswerke deswegen, weil das Angriffsvermögen des Stromes und der Eisschollen von der schiefen Fläche, die man ihrer Krone giebt, geschwächt, und die Eisschollen davon gespalten werden. Auf diese Weise kann man die Theilung des Hauptstromes in seinen zwey Aesten leichter bewerkstelligen und die Eisstopfungen in den Byfluenzen vermeiden. b) Wird einem vom Ufer in den Strom hineingehenden Bauwerke eine von der Wurzel bis zur Spitze fallende Oberfläche gegeben, so kann es die oberhalb demselben bis zu seiner Spitze fliefsenden Stromfäden kräftiger gegen den Hauptstromstrich werfen, folglich dieselben von dem concaven Ufer, zu dessen Schutz das Werk angelegt ist, ableiten, (§. 49). Ein Werk, dessen Krone geneigt ist, kann also von den Eisgängen auch nicht so stark, als ein horizontal liegendes Bauwerk angegriffen werden.

Bey grossen Flüssen sind die von dem herrschenden Winde hervorgebrachten Wellen eine vorzügliche Ursache von dem Abbruche hoher aus Sand und Erde bestehenden Ufern. Einen Beweis hievon liefert das rechte Ufer des Rheins, welches dem Westwinde entgegensteht, das daher weit stärker im Abbruche liegt, als das gegenüberstehende. Auf die von ihrer Spitze gegen die Wurzel steigenden Bauwerke wird aber allmählig die Kraft der Wellen gebrochen, mithin ihr Vermögen geschwächt. Nach meiner Erfahrung gebe man also der Oberfläche eines in die Flufsbahn hineintretenden Bauwerkes auf je 12 Schuh, die es in den Strom tritt, zwey Zoll Fall von der Wurzel nach der Spitze;

auf 180	Fufs	Länge gebe man ihm	$1\frac{1}{2}$	Zoll Abhang	auf je zwölf Schuh	Länge
— 240	—	—	$1\frac{1}{4}$	—	—	—
— 360	—	—	1	—	—	—
— 480	—	—	$\frac{3}{4}$	—	—	u. s. w.

Bey *schöpfwerken* ist hier unter der Entfernung vom Ufer die Länge verstanden. Dieses vorgezeichnete Verhältnifs ist defswegen so angenommen, weil diejenigen Werke, die weit in den Strom hineingehen, sonst an der Wurzel zu hoch gelegt werden müfsten, indem sie an der Spitze doch noch zwey bis drey Schuh über den niedrigsten Wasserstand liegen müssen, um einen hydraulischen Effekt zu leisten, das heifst, um den Strom abwerfen zu können. Nähere Bestimmungen richten sich, wie gesagt, nach dem Local und dem Endzwecke. Diese sollen daher auch keinesweges für unabänderlich gelten, und man kann in der Practik den Abhang vergröfsern oder verkleinern, je nachdem man die Wirkung findet: denn Faschinenwerke können leicht erhöhet werden, so lange ihre Krone über den niedrigsten Wasserstand hervorragt. Es wird also die Erfahrung hier, wie überall, die beste Lehrmeisterin seyn.

Andere Rücksichten treten aber bey solchen Werken ein, vor deren Spitze oder Kopf, bey denjenigen Wasserstande, welcher dessen Oberfläche gleich steht, eine bedeutende Vertiefung im voraus bestimmbar ist. Deren Kopf mufs also gleich anfänglich um so viel höher gelegt werden, als die Vertiefung des Bettes, in welcher derselbe hinabsinkt, betragen wird; denn jede nachherige Aufbauung auf einen unter der Oberfläche des niedrigsten Wassers versunkenen Bau ist nicht mehr so dauerhaft, als wenn die obern Faschinenlagen auf die untern gelegt, und darauf befestigt werden können, wie ich diefs bey der Ausführung solcher Werke im nächsten Kap. zeigen werde. Diese Vorsicht (den Kopf eines isolirten Bauwerkes gleich anfänglich höher zu legen) ist besonders in einem Strome nothwendig, dessen Geschwindigkeit mehr als fünf Schuh beträgt (*), wenn überdiefs das Flufsbett beweglich ist und das Material von dem Strome fortgerollt wird.

§. 162. Nach welchen Dimensionen das Profil eines isolirten Bauwerkes erbaut werden müsse, diefs hängt sowohl von dessen Construction, den dazu gebrauchten Materialien, als von der Geschwindigkeit des Stromes und von der Natur des Flufsbettes ab. Im Allgemeinen mögen folgende aus der Erfahrung genommene Bestimmungen zur Regel dienen, wobey ich nur die Faschinenbauwerke verstehe, weil dieselben in unsern Flüssen die dauerhafteste und mindest kostbarste Construction aufstellen. Zuvörderst will ich also den Kopf eines Faschinenbaues betrachten. Damit längs denselben, so viel als möglich, die den hydraulischen Effekt des Bauwerkes, d. i., sein Ablenkungsvermögen schwächenden Wirbel, vermieden werden, so mufs derselbe eine Abdachung erhalten. Diese ist auch nothwendig, um dem Angriffe des Stromes und der Eismassen einen Körper entgegen zu stellen, der ihn schwächt, und eine grofse Basis hat. Endlich ist diese

(*) Wenn ich in der Materie über die isolirten Bauwerke der *Geschwindigkeit* erwähne, so verstehe ich darunter allemahl die Geschwindigkeit im Stromstriche, von der Oberfläche bis zu 6″ Tiefe, bey derjenigen Stromhöhe, welche die Mitte der Krone des Bauwerkes (seiner Länge nach gerechnet) so eben erreicht; d. i. also beynahe die Höhe des vollen-Stromes.

Abflächung nützlich, damit wenn das Flufsbett vor dem Kopfe des Baues vertieft ist, der Faschinenbau selbst senken könne, ohne dabey seine Basis zu verlieren.

Ist es nicht sehr wunderbar, dafs man dem Kopfe der Faschinenwerke keine Abdachung giebt, wiewohl es klar ist, dafs der, durch ein solches Bauwerk eingeengte Strom, um dessen steilen Kopf umgebogen wird, und daher die Vertiefung des Bettes beschleunigen und vergröfsern mufs? Ja! es zeigt auch hier die Natur uns die richtigsten Wege, denn jede Sandbank, jede Insel, läuft flach in den Strom hinein, und je flächer sie sich verliert, desto geringer ist die Tiefe davor! Ist nicht auch der Strand so abgeflächt? Ja! alle Bauwerke, die an ihrer Spitze einen beträchtlichen Theil von den obern Lagen verlohren, dadurch also eine Böschung erhalten haben, weisen den Strom, ohne dafs er viele Wirbel erzeugt, ab, und bewirken mehr Aufschlickung in dem spitzen Winkel unterhalb denselben, als Werke, die steil gebauet sind. Diese unwiderlegbaren Erfahrungssätze bestimmten mich, im Bergischen, die alten, ruinirten Kribben *nie bis zur Spitze aufholen*, d. i. mit neuen Faschinenlagen versehen zu lassen, sondern ich liefs einen Theil davon als Fufs und Dossirung des neuen Kopfes liegen. Alle auf diese Weise reparirten Werke erzeugten nicht mehr so viele Widerströme und keine solche Vertiefung, als diejenigen, deren Kopf perpendiculär war.

Da man in Deutschland den nützlichen Faschinenbau erst in der Mitte des vorigen Jahrhunderts recht einführte und doch Muster zur Nachahmung nahm; weil damals das Studium der Hydraulik nur äusserst selten von einem Flufsbaumeister getrieben wurde: so richtete man sich wahrscheinlich nach den steilen, hölzernen Höftern an der Weser und Elbe und nach den gemauerten Bauwerken der Art. *Hunrichs* scheint auch manchen gegen die Dossirung des Kopfes bestimmt zu haben, denn er glaubt, dafs ein unter dem Wasser schräge ablaufendes Werk einen Ueberfall des Wassers erzeugen, dafs dieser den Grund ausspülen, und einen Kolk im Bette verursachen müsse. Ausserdem fügt er hinzu, dafs eine solche Abflächung im Grunde nicht gerathen, sondern vielmehr schädlich ist, würde es auch ohne ausserordentliche Anstalten nicht möglich seyn, dieselbe mittelst einer aneinander hängenden Verbindung zu Stande zu bringen (*). Er kannte also den Faschinenbau nicht! Dafs die Wirkung nicht so erfolgen kann, wie sie sich Hunrichs denkt, diefs scheint klar zu seyn; denn man erwäge nur, dafs das bey dem schrägen Abhange des Kopfes vorbeyströmende Wasser auf Wasser trift, und dafs also kein schnelles Umbiegen des Stromes statt finden kann, wenn hier eine Böschung vorhanden ist.

Tetens, war meines Wissens, nach *Zendrini*, der erste Schriftsteller, der diese Sache zur Sprache brachte. Er scheint nur noch einige Zweifel bey der Ausführung zu haben, weil ihm die Construction der Faschinenbauwerke (1788) nicht bekannt war. Siehe dessen Reisen in die Marschländer, Seite 541.

(*) Hunrichs Deichbau 2ter Theil Seite 295.

§. 163. Was nun die vortheilhafteste Figur für den Kopf einer Kribbe und für den eines Schöpfwerkes betrift, so haben sie *Zendrini* (a), *Bossut* und *Vialet* (b) theoretisch bestimmen wollen. Der erstere legte (da er den Faschinenbau nicht kannte) zur Vermeidung der vor einem steil abgehenden Bauwerke statt findenden Wirbel, die es unterwühlen, ein aus Schanzkörben bestehendes Senkwerk; ja! man versenkte auch alte Schiffe dazwischen, wo denn dieser Vorbau eine schief abgekürzte Pyramide bildete. Er versichert auf diese Weise die Wirbel vermieden und eine Aufschlickung erzeuget zu haben (c).

Diese Erfolge sind ein sicherer Beweis, dafs der *Po*, und die *Etsch*, da wo Zendrini darin bauete, keine grofse Geschwindigkeit hatten; denn in schnellen Strömen werden immer unter einem Einbaue noch einige Wirbel statt finden, und der Ueberfall wird die Aufschlickung verhindern, obschon der Vordertheil des Einbaues flach abläuft, und gut mit Senk-Faschinen und Sinkstücken befestigt ist.

Nach meiner Erfahrung kann dem Kopfe eines Bauwerkes eine Abdachung, sowohl nach den Seiten, als nach dem vordern Ende gegeben werden, die sich zur Geschwindigkeit (d) des Stromes, die in demjenigen Stromfaden, wo das Ende der Krone zu liegen kommen soll (wenn er dem Ende der Kribbe gleich steht) statt findet, verhält, wie $\frac{1}{2}$ zu 1., d. i., wenn die Geschwindigkeit in der Nähe des Werkes sechs Fufs wäre, so würde dem Kopfe auf jedem Fufs Tiefe drey Fufs Ausladung gegeben werden. Sie sey 4 Schuh, so erhält der Kopf auf jeden Fufs Tiefe zwey Schuh Dossirung. Bey drey Schuh Geschwindigkeit genügte ein Schuh. Bey zwey Schuh können aber 9 Zoll hinreichen. Diese Angaben werden jedoch nur von Strömen verstanden, die einen zerstörenden Eisgang führen, und worin keine Ebbe noch Fluth wechselt. In diesen letztern, so wie bey Flüssen, die langsam fliefsen, und wo alsdann der Eisgang nicht von besonderer Wirkung ist, da wird die Dossirung nur auf jeden Fufs Tiefe 4 Zoll seyn dürfen, weil da der Angriff des Stromes nicht von Bedeutung ist. Vortheilhafter wird es aber stets seyn: dem Wasser und Eise runde Flächen entgegenzusetzen als scharfe (e). Letztere geben die Formeln (f) von Zendrini und Bossut (g). Es dürfte demnach zweckmäfsig seyn, den Kopf einer Kribbe nach einem Halbzir-

(a) In seinem Leggie fenomini, nämlich in der Racolta.

(b) Recherches sur la construction la plus avantageuse des digues §. 38.

(c) Racolta etc. Tom. 3. p. 329.

(d) Diese Geschwindigkeit ist durch Messung auszumitteln.

(e) So würde z. B. diese Theorien auf eine Kribbe gar nicht angewendet werden können, weil der Kopf den Stofs des Wassers nur seitwärts empfängt. Bey einem Schöpfwerke ist man auch nicht im Stande die Richtung des Stromes auf den Kopf zu bestimmen; denn je nachdem dasselbe auf den Strom und das Bett wirkt, verändert sich auch die Richtung des Stromes.

(f) In seine Leggie fenomini, in der Raccolta.

(g) Recherches sur la construction la plus avantageuse des digues §. 38.

kel abzurunden, und dem Bogen eines schöpfwerkes eine eliptische Form zu geben, die Dossirung vom Kopfe des letztern aber, in der Mitte, in einem bogenförmigen Rücken zu bilden. Auf diese Weise wird der strom und das Eis am besten gespaltet werden.

Nach der Erfahrung gebe man also dem Kopfe eines isolirten Bauwerkes $\frac{1}{3}$ bis die Hälfte der Geschwindigkeit, welche der volle-strom hat, zur Ausladung auf jeden Schuh Tiefe des Flusses oder der Höhe des Bauwerkes.

§. 164. Auch die zwey seiten eines in die Flusbahn hineintretenden werkes müssen zur vermehrug seiner stabilität, zur verhütung der Unterspühlung so wie zur schwächung des darauf fallenden und darüber stürzenden stromes und Eises, eine Böschung, erhalten. Dieselbe ist nach meiner Erfahrung stark genug, wenn die obere seite des Baues nach und nach von der wurzel gegen die spitze zu, eine Ausladung erhält, die den 4ten oder den 3ten Theil der Geschwindigkeit, auf jeden schuh seiner Höhe, beträgt; die untere seite aber $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$, nämlich an der wurzel $\frac{1}{8}$, und in der Nähe des Kopfes ein viertheil, so dafs, wenn die Geschwindigkeit 4 schuh ist, hier eine einschuhige Böschung entsteht. In Flüssen, welche einen schnellen Eisgang und strom führen, dessen mittlere Geschwindigkeit 6 schuh und mehr beträgt, und die tiefer als 15 schuh sind, mag man die Böschung, gegen den Kopf des Bauwerkes zu, vermehren.

Was *die obere Breite* eines isolirten Bauwerkes betrifft: so betrage dieselbe das $2\frac{1}{2}$ bis das dreyfache der Geschwindigkeit, so dafs diese Breite bey unsern Flüssen 12 bis 20 Schuh ausmachen wird. Am Rhein ist nämlich die Krone der Faschinenwerke 12 bis 18 Schuh breit. Eben solche obere Breite habe ich den werken an der Donau gegeben. Bey den Bergflüssen: Isar, Inn und Lech aber 15 bis 20 schuh.

§. 165. Die im vorigen §. gegebene Bestimmung der Dossirungen des Kopfes und der beyden seiten, setzen also die körperliche Masse oder stärke der isolirten Bauwerke fest. Wenn man, wie ich zuweilen gethan habe, die oberfläche der Bauwerke gewölbartig macht, um den Ueberstuz des hohen stromes zu erleichtern, den Angriff des wassers und Eises auf der oberfläche der Bauwerke zu schwächen, so nehme man zu derjenigen Breite, welche die sehne dieser Erhöhung ausmacht, das doppelte der oben bestimmten Kronenbreite des Bauwerks. Diese Dimensionen würde ich auch bey werken anwenden, die daselbst von einzelnen steinen construirt werden müssen, wo es an Faschinenholz fehlt.

Die *Dicke* eines von Faschinenbau aufgeführten Ufer- oder Böschungwerkes sey der Geschwindigkeit des Hauptstromstrichs, bey seiner Höhe, gleich. Solches werk reiche bis auf die Tiefe des Flufsbettes hinab, und erhalte eine obere Breite, die sich zur Geschwindigkeit des stromes wie 3 : 1 verhält. Den blofsen Böschungswerken, womit man das hohe Ufer gegen den hohen strom- und wellenschlag schützt, mag der Ingenieur nur eine Dicke von 1 bis 2 Schuh, das ist eine Höhe von einer bis zwey Buschlagen

geben. Die *höhe* der *von dem ufer in dem strom hineintretenden bauwerken* richtet sich nach dem zwecke, welchem sie entsprechen sollen. Wenn z. B. ein *separations-werk*, das sich an ein, den höchsten wasserstand übersteigendes, künstliches oder natürliches ufer anlehnt, den strom in zwey aeste theilt, und ihn von dem unterhalb demselben liegenden ufer abhalten soll, so muſs dessen höhe an der wurzel wenig unter dem höchsten wasserstande des eisfreyen stromes gelegt werden. So liegt z. B. das separations-werk A B tab. 23. zwischen der waal und dem pannerdenschen kanal 19 fuſs über den niedrigsten wasserstand; der höchste hat aber 19 fuſs 11 zoll (s. 140.) betragen. Soll das separations-werk aber nur den vollen-strom in zwey fluſsarme abtheilen, so gebe der Ingenieur demselben eben die höhe des vollen-stromes. Liegt ein am ufer in den strom tretendes bauwerk vor einem auf ein bruch-ufer, gelegten deiche: so muſs dessen höhe an der wurzel wenigstens die mittlere wasserhöhe des eisfreyen stromes erreichen, damit es bey dieser höhe den deich beschütze. Dagegen sind die *zukribbungen* der fluſsärme nur zwey bis drey schuh über den niedrigsten wasserstand des davorstehenden stromes (wenn das sinken desselben berücksichtiget ist) anzulegen, damit das vom hohen strome herabgeführte material in den abgedammten fluſsarm hineinfalle (*). Bey zukribbungen, die man an der mündung eines neuen fluſskanales anlegt, ist dieſs nur bey demjenigen theile der zukribbung zu verstehen, welcher nicht den vollen-strom in den durchstich hineinzuwerfen oder aufzuschöpfen hat. Die höhe desselben muſs nämlich (sowohl der anfang als das ende der enklavirung) die höhe des vollen-stromes, wo nicht übertreffen, doch wenigstens ihm gleich liegen, damit diese zukribbung den vollen-strom in den durchstich führt.

Wird aber ein langer fluſsarm zur beschleunigung seiner verlandung, mit mehreren hinter einander folgenden zukribbungen abgedammt, so muſs die untere nächstfolgende zukribbung, in beziehung des wasserstandes, höher, als die obere gelegt werden, so daſs, zwischen der oberfläche beider werke ein stillstehendes wasser entstehet, welches also früher zufrieren wird, als der strom, und auf dessen oberfläche sich eisschollen auflegen, folglich ein eisdamm entsteht, welcher dem angriff des eisganges auf die zukribbungen selbst schwächen muſs. Auf diese weise wird auch der hohe strom sein material in dem so abgedammten bezirke absetzen.

Eben diese rücksicht tritt bey der anlage jeder fangkribbe F C fig. A tab. 20. ein. Diejenigen isolirten werke, welche längs dem concaven ufer ein vorland erzeugen, und vermittelst aufstauung und abwerfung des stromes an dem gegenüberliegenden convexen ufer eine abnahme bewirken sollen, müssen an ihrer wurzel der höhe des vollen-stromes gleich liegen. Legt man sie höher, so ist ihnen der eisgang gefährlich, und legt man sie niedriger, so können sie keinen hydraulischen effect, das

(*) Bey der wasserhöhe von 4 bis 5 Schuh führen nämlich die flüsse gewöhnlich erst material herunter, weil sie bey einem niedrigern wasserstand nicht geschwindigkeit genug haben; dasselbe fortzurollen. Nur bergflüsse rollen bey einer wasserhöhe von drey Schuh das material herab.

ist keine Angriff des Stromes auf das gegenüberstehende convexe Ufer hervorbringen. Am Rhein liegen die mehresten Kribben zwischen 4½ Fuſs über den niedrigsten Wasserstand. Damit nun die Verlandung zwischen zwey von dem Ufer ab in den Strom tretenden Werken desto schneller vor sich gehe, eine Eiskruste vor dem Ufer entstehe, und die Eisschollen dazwischen aufgehalten werden, so lege man das untere Werk um die zweyfache Neigung des volluferigen Stromes höher als das obere. Wird an einer perpendiculairen Kribbe ein Flügel angesetzt, so muſs dieser niedriger als jene gelegt werden, damit der zwischen diesem Flügel und dem Ufer entstandene Wasserbezirk bald versande, indem der volle-Strom über diesem Flügel seitwärts trete, mithin das Material in jenem Bezirk absetze.

§. 166. *Die Richtung der Fluſsbauwerke auf den Stromstrich und ihre Figur oder Lage* (*), hängt von verschiedenen Bedingnissen, und bey dem Lauf der Flüsse eintretenden Erscheinungen ab, so daſs jene nach einer allgemeinen Regel nicht bestimmt werden kann. Anders sind die Zwecke der Bauwerke bey schiffbahren Flüssen, als bey floſsbahren, und noch anders bey solchen Flüssen, die keines von beyden sind. Bey einem schiffbahren Fluſs sollen isolirte Bauwerke der Schifffahrt nicht nachtheilig werden, folglich müssen sie vor ihrem Kopf eine bedeutende Tiefe nicht auswühlen, als wodurch sie den Stromstrich an sich ziehen, und der Schifffahrt schädliche Widerströme hervorbringen. 2) Sollen die Bauwerke den künstlichen und natürlichen Ufern einen vollständigen Schutz gegen die Eismassen und den Strom gewähren, so müssen sie Vorland erzeugen, und eben dieses ist nothwendig, damit sie den hohen Strom auf das jenseitige convexe Ufer werfen, und indem darauf sich die Eisschollen lagern, das Ufer gegen den Eisstoſs gesichert werde. 3) Sollen sie dem hohen Strome Widerstand leisten.

Wiewohl diese letzte Bedingung durch die oben gegebenen Bestimmungen von der Form, Stärke und Höhe der Bauwerke, zum Theil begründet ist, so hängt sie doch auch von ihrer Richtung ab, welche sie mit dem Stromstrich bilden.

Einige Personen, die sich mit dem Fluſsbau befaſsten, wiewohl sie weder die Natur der Flüsse, noch die Grundsätze des Fluſsbaues, so wie die an Flüssen aufgeführten, dem Endzwecke entsprechenden Bauwerke, und die mit den Flüssen bewerkstelligten Correctionen kannten, dachten sich die *Kribben* als Mauerbrecher. Es hieſs: man lege eine Kribbe so weit über die in Parallel-Ufern statthabende Fluſsbreite, in die Fluſsbahn selbst hinein, als am jenseitigen Ufer ein Abbruch hervorgebracht werden soll. Diese empirische und durch keine Erfahrung begründete Regel beachtete also weder die Richtung der Fluſsrinne, die Geschwindigkeit oder den Widerstand, den die vor dem convexen Ufer liegenden Kiesbänke leisten, noch die Widerströme, welche dergleichen Werke erzeugen; ja man achtete dabey weder auf

(*) Unter der Richtung der Fluſsbauwerke verstehe ich stets diejenige Lage, welche sie in Beziehung der Richtung des Stromstriches haben.

die dadurch hervorgebrachte Vertiefung des Bettes, noch auf den Eisgang. In den Figuren, welche die meisten Schriftsteller zur Demonstration vorlegen, finden wir nicht, daſs auf die Vermehrung der Geschwindigkeit und der Tiefe, die solche Bauwerke hervorbringen, Rücksicht genommen ist. Sie demonstrirten bloſs auf die Lage der Ufer los, ohne sich nur um die Richtung der Stromrinne, um den Abhang des Bettes, noch um sein Material u. d. gl. viel zu bekümmern. Wurden dann noch hier und da einige Quer-Profile gemessen, wodurch aber des Stromes Zustand nicht gehörig vor Augen gelegt wurde, so glaubte man das Local zu kennen. Man erfuhr also auch nicht einmal die Wirkung der Bauwerke auf das Strombett.

So wurde z. B. bey dem Locale bey Wesel Tab. 12. dafür gehalten, das die Kribben NO und PQ, die oberhalb der Lippe-Mündung liegen, am gegenüber liegenden Grindorte Abflächung erzeugen würden. Indem sie aber das Strombett einschränkten, vermehrten sie die Geschwindigkeit des Stromes vorzüglich in der Stromrinne, sie vertieften dieselbe noch mehr, und führten sie senkrecht auf die Lippe-Mündung und auf das Weseler-Ufer, da sie doch vorher auf dieses Ufer bey S gerichtet war. So wie nun die Tiefe vor dem concaven Ufer d. i. vor Wesel zunahm, so gewann das jenseitige Ufer an Ausdehnung und Höhe. Da ferner die bezeichneten Kribben die Strombahn sehr schmälerten, so erleichterten sie es den Eisgängen, sich in dem Bug dieser Serpentine festzusetzen. Sie vervielfachten also auch Eisstopfungen und Inondationen.

Es ist in der That auffallend, daſs es nicht bloſs die Theoretiker sind, sondern daſs es auch Praktiker gegeben hat, die sich von denen frey in dem Strome liegenden kurzen die Stromrinne nicht erreichenden und niedrig gelegten Bauwerken, groſse Wirkungen auf die denselben gegenüber liegenden Landzungen, die aus dem gröbsten Kies gebildet sind, versprachen. Wirklich würde dies unerklärbar seyn, wenn man sich nicht an mehrere Schriften erinnerte, worin die Lehre von den Wirkungen solcher Werke vorgetragen ist. Wird aber die Natur der Flüsse und die Wirkung der Eisgänge in unsern groſsen Flüssen betrachtet und erwogen, und daſs selbst die dem concaven Ufer gefährlichen Kiesörter bald wieder mit Kies angefüllt werden, ob sie gleich durch Ausgraben abgeflächt wurden; wenn man sich ferner aus der Erfahrung überzeugt, daſs die frey in dem Strom liegenden Bauwerke eine gröſsere Tiefe des Bettes, nach Maſsgabe sie den Strom einschränken, verursachen; endlich daſs diese Werke in einem schnellen Strome, der einen schnellen und zerstörenden Eisgang führt, schlechterdings nicht von Dauer sind: so ist es höchst sonderbar, daſs man sie dennoch, ohne dazu genöthigt zu seyn, aufführt; daſs man sich so selten zu wirksamen Correctionen, d. i. zu Durchstichen oder Schöpfwerken an den Inseln, versteht! Wie lange hat es selbst nicht in Holland angestanden, bis man auf die Vorschläge eines Lulofs und Brunings, in Rücksicht des Bylandischen Durchstiches Tab. 23., achtete?

Ich will hiermit keineswegs die Kribben ganz verbannt wissen. Sie werden doch immer bey diesem oder jenem Locale gebraucht werden können. Ich erinnere deswe-

gen hier nur an solche Fälle, wo untiefen, die im strome liegen, fortgeschafft werden sollen, wo der Ingenieur die Bauwerke zum schutze des ufers anlegt, wo man durch sie dem strome eine bessere Richtung zu geben im stande ist u. s. w. Aber mit der gröfsten vorsicht dürfen sie nur gebraucht werden. Sind nicht viele von denen im Rhein liegenden ein grofses Hindernifs für die Schifffahrt? Werden so manche nicht jetzt dem strome und den Eisgängen Preis gegeben, da man sieht, dafs sie dem zwecke nicht entsprechen, und dafs man sie nicht bis in alle Ewigkeit repariren kann? Nie wird der wasserkundige, die Erfahrung lehrt es, grofse Flüsse unschädlich leiten, nie wird er die Inondationen erniedrigen und die Eisgänge und Hochgewässer unschädlich für die uferlande abführen, wenn er nicht zu Durchstichen und Schöpfwerken seine zuflucht nimmt. Jene mag er mit aller möglichen Sorgfalt ausführen, und diese unterhalten, sollte auch die unterhaltung kostbar fallen, wenn nur der zweck den Ausgaben entspricht. Doch ich will keineswegs hier alle Fälle begreifen, und allgemeine Regeln geben, sondern diese Betrachtung diene nur zur warnung, dafs man nicht leichtsinniger weise in grofse und schnelle Flüsse hinein baue, und sich wirkungen von seinen Bauwerken verspreche, die sie nicht leisten können.

Auch der Lauf derjenigen Flüsse, deren Bett aus feinem Material besteht, welches der durch isolirte Bauwerke beengte, folglich verstärkte strom (§. 35.), fortreifst, wird selten durch solche in das Bett hineingehende Bauwerke verbessert werden können, wenn man sie nicht in kurzen Entfernungeu anlegt und ihnen eine solche Richtung giebt, vermöge welcher sie den von den Hochgewässern mitgeführten schlamm auffangen.

Anders ist aber der Fall bey schnell strömenden Bergflüssen, deren Hochgewässer nur wenige Tage andauern, und die eine Menge Materials führen, wie z. B. der Lech, die Isar und die Salzach in Baiern. Bey diesen können die in das Flufsbett hineingehenden werke den von denselben aufgestauten strom weit in das Bett hineinwerfen, folglich dessen vertiefung und eine Anhägerung sowohl oberhalb als unterhalb der werke, bewirken. Beyspiele hierüber werde ich alsdann anführen, wo ich von der Richtung solcher Bauwerke spreche.

Alle Anlagen, welche also der Ingenieur in und längs den Flüssen veranstaltet, sie mögen aus Dämmen oder Bauwerken bestehen, müssen diesen Grundsätzen angemessen, oder denselben nicht entgegen seyn. Die letztern sollen, wie gesagt, stets ein vorland erzeugen, um die Angriffe des stromes und der Eismassen auf das durch sie geschützte ufer, selbst bey hohen wasserständen, zu verhindern: denn so stark man dieselben auch machen möge, werden sie doch eines Theils von den darauf gerichteten stets wirksamen strome oder Eisgange, und andern Theils von den unterhalb solchen werken enstehenden widerströmen angegriffen, und ihrer zerstörung näher gebracht. Sie müssen daher von zeit zu zeit ausgebessert werden. Sehr un-

verständig verfährt daher eine Behörde, wenn sie meint: daſs der Ingenieur dergleichen Werke so anlegen könne, daſs sie keine Unterhaltung erfordern!

Für den Fluſsbau ist das perpendiculaire Kribben-System, wenn es nicht von einsichtsvollen Hydrotecten, dem Locale und der Natur des Flusses angemessen, in Anwendung gebracht wird, vom gröſsten Nachtheile, und nie sollte es unbedingt in Ausübung gebracht werden.

Drey Feinde sind es also eigentlich, welche die Wirkuug solcher frey in die Fluſsbahn hineintretenden Werke zu zerstören trachten: 1) der Eisgang, 2) der darauf fallende und das Bett vor denselben vertiefende Strom, 3) die Widerströme, welche letztere so wie der darüber fallende Strom die Verlandung des Bettes unterhalb diesen Werken verhindern.

§. 167. Was den Angriff des Eisganges, des Stromes, was ferner die von den letztern bewirkende Vertiefung des Bettes, vor dem Kopf eines solchen Bauwerkes, anbetrifft, so wird der Fluſsbaukundige dem allen begegnen, wenn er die Form und Höhe der Bauwerke so einrichtet, wie dies in den §. 163. bis 165. angerathen ist. Ich will daher hier die Wirkung der Widerströme näher betrachten, dann erst die sie unschädlich machenden Vorkehrungen, so wie diejenigen Mittel angeben, welche unterhalb den Werken Verlandung erzeugen.

1) Die Widerströme anbetreffend: so werden sie durch jedes in den Strom frey tretendes Bauwerk verursacht, weil der durch dasselbe aufgestaute Strom um dessen Kopf sich umbiegt, indem er in das dahinter liegende niedrigere Wasser fällt. Wirklich ist es anmerkenswerth, daſs in den hydrotechnischen Schriften über die Wirkung des Widerstromes und des Stromes Ueberfall über die Bauwerke, so wenig von Bedeutung vorkömmt, da die erstern doch jedermann in Flüssen, auch bey den kleinsten, am concaven Ufer liegenden Bauwerken beobachten kann. Beydes, der Widerstrom und das über ein Bauwerk fallende Wasser, sind aber von so wichtigem Einflusse sowohl auf die Ufer, auf die Bauwerke und auf die Anschlickungen, daſs sie alle bisher bekannten Theorien über die beste Lage der Einbaue, (wozu auch diejenige Theorie, welche Bossut und Viallet darüber in ihren Schriften geben, gezählt werden muſs,) unanwendbar machen. Es ist nämlich bey diesen Theorien immer vorausgesetzt worden, daſs sowohl oberhalb als unterhalb des Bauwerkes ein Dreyeck erzeugt werde, worin das Wasser still stehe.

Brunings und Tetens (a), die beyde mit philosophischem Geiste den Wirkungen der Natur nachspürten, sind ausser Zendrini (b) und Hunrichs, beynahe die einzigen Schrifsteller, welche auf den Widerstrom achteten. Des erstern freundschaftliche Anmerkungen, womit er die Woltmannischen Beyträge zur hydraulischen Architektur

(a) Im 52ten Briefe seiner Reisen in die Marschländer an der Nordsee.

(b) In der zweyten Florentiner Ausgabe der Raccolta LVIII. p. 254. Wo er aber vorzüglich seine Demonstration auf die Wirbel richtet. Er sagt: „Resta poi manifesto che quanto maggiore sarà velocità dell' acqua corrent e del fiume, i fortici succederano di diametro piu dilatato."

bereichert hat, bezeugen dies auch. Er drückt sich darin (a) so aus; „Die Erfahrung lehrt, daſs solche, in den Strom hineingehende Kribben allemal Neeren (Widerströme) und Wühlungen erzeugen, wofern diese nachtheiligen Wirkungen nicht durch eine, nahe auf das obere Werk folgende zweyte Kribbe, verhindert werden (b).“

Hunrichs hat zwar auch der Widerströme in seiner Anleitung zum Deich- Siel- und Schlengenbau erwähnt, aber sie, meines Wissens, nirgends einer vorzüglichen Aufmerksamkeit werth gehalten. Aus der 19. Figur der 4. Kupfertafel des zweyten Theiles, worin er schon oberhalb des Werkes Wirbel gezeichnet hat, scheint es hervorzugehen, daſs dieser verdiente Praktiker nicht die Wirkungen der Widerströme mit Aufmerksamkeit beobachtet habe; denn wenn das Bauwerk a keine Löcher gehabt hat, wodurch das Wasser einen Durchzug erhielt, so konnten sich oberhalb des Bauwerkes (in den dortigen langsamen Flüssen) solche Wirbel, wie da gezeichnet sind, nicht bilden. Indessen kann es seyn, daſs die Hunrichsschen Höfter oder die Schlengen, eine Menge Wasser durchflieſsen lieſsen. Andere Schriftsteller, als Cornelius van Velsen (c) und Bleiswyk (d) haben, wie Bossut und Viallet, oberhalb und unterhalb der Werke stillstehendes Wasser (l'eau dormante) vorausgesetzt, und sich daher Aufschlickungen gedacht, die aber leider in schnellen Strömen, weder bey perpendiculairen noch bey declinanten Kribben erfolgen, wenn sie vor einem Schartufer frey in den Strom hinein liegen, und nicht mit einem Flügel oder einer Fangkribbe versehen sind. Selbst Guglielmini scheint über die Widerströme nicht Beobachtungen angestellt zu haben (e).

Ueber die Wirkung des Widerstromes und der isolirten Werke will ich einige Beobachtungen einschalten, um die Regel von der Richtung solcher Werke begründen zu können. Es stellt Tab. 15. No. 3. den Rhein gegen den Rheinberger Grind und das Haus Mehrum bey Rheinbergen Tab. 11. vor. Die perpendiculaire Kribbe B y an der Mumme bildete einen Wasseraufstau, in dem hinter ihr das Wasser 8 Zoll niedriger als davor stand; Ein Werk, bey dem ich am 25. Juni 1794, während der Rhein 3 Fuſs $2\frac{1}{2}$ Zoll am Ruhrorter Pegel zeigte, folgende Beobachtungen anstellte. Oberhalb des Werkes in dem Raume x i y B F fand nicht die geringste Bewegung des Wassers statt. Das stillstehende Wasser ward von der hyperbolischen Linie x i y begrenzt, und längs derselben bis etwas oberhalb der Spitze des Werkes floſs das Wasser, nur mit 1,83

(a) Im III. Bande, XLVIII.

(b) Daar nochtans de ondervinding leert, dat sortgelyke, den strom sneydende Hoofden altoos Neeren en woelingen veroorzaaken, ten zy deeze nadelige gevolgen door en kort daaroop volgend' Hoofd of Hoofden gestuit worden.

Daſs auch ich wegen des Widerstromes anrieth, die Hauptkribben mit Fangkribben zu versehen, davon überzeugt s. 16. meiner Beyträge zum praktischen Wasserbaue und zur Maschinenlehre 1792.

(c) Velsen, Rivierkundigen verhandeling.

(d) Bleiswik, Natuur en wiskundige verhandeling over de Dyken.

(e) Nuova Raccolta d'autori che trattano del moto delle acque. Vol. II. pag. 139.

Fuſs Geschwindigkeit. Vor der spitze ward aber der strom reissend, denn dessen Geschwindigkeit betrug (ungeachtet der Kopf des werkes 36 Fuſs lang unter wasser versenkt war und der strom über diesen versenkten Theil floſs) 6,54 Fuſs in der secunde. Schwimmhölzer, die bey c in den strom geworfen wurden, legten nach der Richtung c d y (d. i. etwas oberhalb der spitze y, 24 schuh von x i y entfernt) drey schuh in der secunde zurück, dann schwammen sie, gegen die spitze der Kribbe vorbey, nach der Richtung e g mit 3,93 Fuſs Geschwindigkeit, ohne in den widerstrom, worin sich zwischen y h f E l das wasser in grossen elliptischen Bogen drehte, zu kommen. So wurden z. B. schwimmhölzer, die man bey x in den strom lieſs, und die, wie gesagt, nach der Linie x i y schwammen, nachdem sie von y nach h und f getrieben waren, bey f von dem widerstrome ergriffen, und so rückwärts nach k und l getrieben, von wo sie wieder in den strom hineingezogen wurden, und nun weiter in denselben hineinschwammen, als die Körper, welche bey y in den strom gelassen waren. Da das wasser vor der Kribbe 8 zoll höher als hinter derselben stand und der widerstrom von f nach k und l sich bewegte, so ist es klar, daſs das wasser gleich unterhalb der Kribbe niedriger als bey f stehen muſste. Weil nun ein rapider und durch ein Bauwerk eingeengter strom die wassertheile vor dem Einbaue vorbey auf eine weitere Distanz, als ein langsamer strom, forttreiben kann, so wird er auch den widerstrom in weiten elliptischen Bogen, wie es hier der Fall ist, kreisen. Kurze Einbaue, die den strom nicht weit hinaus commandiren, bilden aber kleine zirkelrunde widerströme, die, wenn die stromrinne dem Bauwerke sehr nahe ist, den strudeln gleichen; eine Erscheinung, die man längs den hervorstehenden Bauten bey Düsseldorf Tab. 1. gegen die Neustadt, antrifft..

Dieses werk an der Mumme Tab. 15. ward 1793 auf 5 Fuſs Emmricher Pegel, 28 Ruthen in dem strom, perpendiculair auf den stromstrich, erbauet. Vor der Anlage dieser Kribbe fanden die Tiefen so statt, wie sie durch die zahlen bezeichnet sind, bey denen das zeichen + steht. Im Juni 1794 waren die Tiefen, wie sie durch die zahlen ohne dieses zeichen angedeutet sind, alles bey 2 Fuſs 9 zoll Emmricher Pegelhöhe. Sie hat, indem sie vor ihrem Kopfe vertiefung des Bettes erzeugte, den stromstrich o p angezogen, welcher Fall bey allen perpendiculairen werken, die in einem schnellen groſsen strom hineinliegen, eintreten wird. Von 1793 bis 1794 war der Kopf sehr beschädigt worden. Den strom commandirte dies werk am 23. Juni bey der geringen wasserhöhe von 2 Fuſs 9 zoll, sehr stark, und auf eine Länge von 1314 schuh. Aus diesem starken Ablenkungsvermögen der perpendiculairen Kribben hat man mit Recht so günstig von ihrem Effect geurtheilt. Ist es aber nicht auch Gewinnung des vorlandes und Entfernung des stromstriches, was man in reissenden Flüssen mit Uferbauwerken bezielt? Können solche isolirte Bauwerke in groſsen strömen wohl auf eine Reihe von Jahren ausdauern und verlandung erzeugen? Bey den bey Vinen unweit Rees im Rhein liegenden werken tab. 12. habe ich

am 26. Juni 1794, bey 3′ 4″ Pegelhöhe, die Widerströme so gefunden, wie sie auf Tab. 15. No. 4. gezeichnet sind. Diese Beobachtung beweist: dafs die hydraulische Wirkung (das Ablenkungsvermögen) der perpendiculairen Werke, weit stärker, als die der declinanten ist. Denn No. 4. und No. 8. liegen eben so weit in den Strom als No. V. und VI. Bey den Declinanten ist es das niedrige Wasser in dem Raume zwischen ihnen und dem Ufer, das den Widerstrom so stark anzieht, und also das Ablenkungsvermögen schwächt. Dieses concave Ufer hat man durch die angedeuteten Werke decken wollen. Das lange Werk No. VII. war bereits 1794 ziemlich beschädigt. Es liegt auf 4 bis 5 Fufs Pegelhöhe, und das überströmende Wasser läfst hinter ihm keine Verlandung zu.

Das perpendiculaire Werk No. VIII. ist 20. Ruthen lang, nach der Methode des Kribbenbaues, wie sie an der Weser im Gebrauche ist, wobey nämlich die obern Lagen mit Erde beschwert sind, im Herbste 1793 aufgeführt. Es war bereits im Juni 1794 ungewöhnlich gesunken, und 1797 hatte es sehr an seiner Länge verloren. Die declinante Kribbe, der Untiefe c gegenüber, ist mit einer Fangkribbe versehen, die eine Verlandung erzeugte. Unter den perpendiculairen Kribben ist No. 9. die längste, nämlich 18 Ruthen lang, mit 15 Fufs Krone, und liegt auf 8 Fufs Pegelhöhe. Sie setzt bey 4 Fufs Pegel den Strom 36 Ruthen ab, und hatte 1794, ein Jahr nach der Anlage, eine 50 Ruthen lange Sandbank auf 1 Fufs Pegelhöhe bewirkt, die nämlich einige Ruthen entfernt von ihrer Spitze lag, und die parallel mit dem Strome fortlief. Zwischen ihr und dem Kopfe der Kribbe war eine tiefe Rinne ausgelaufen, welche die Verlandung behindern kann, und die den Kopf des Werkes untergraben dürfte. Sollte diese Wirkungsart perpendiculairer Kribben nicht beweisen, dafs man sie mit Flügeln, die parallel mit dem Stromstriche laufen, versehen müsse? (*) Vor den Griether-Buscher Ufer sind drey perpendiculaire Kribben, die den Strom weit hinaus commandiren 1796, in grofser Tiefe aufgeführt. Die Beobachtungen über ihren hydraulischen Effect, über ihre Wirkung auf das Strombett und über ihre Dauer würden sehr lehrreich seyn. Uebrigens ist diesem Ufer die Bank f und der Grindort h g sehr gefährlich, und es hat von 1794 bis 1795 zwischen a und b ein beträchtliches verloren. Die oberste von diesen 3 perpendiculairen Kribben vor Griether-Busch wird 6 Ruthen lang seyn, an der Wurzel auf $5\frac{1}{2}$ Fufs, und am Kopfe aber auf $3\frac{1}{2}$ Fufs Pegelhöhe liegen; die zweyte und dritte sind 5 Ruthen lang. Sie bilden eine Menge Wirbel und kurze Widerströme. Das Ufer liegt etwa auf 18 Fufs Pegelhöhe.

§. 168. Alle diese Beobachtungen zeigen evident, dafs man die Widerströme bey den in die Flufsbahn hineingehenden Werken vermeiden müsse. Da nun eine perpendiculaire Kribbe eine gröfsere Wassermasse als eine declinante aufstauet, wenn sie mit dieser gleich weit in den Flufs hinein tritt, indem der Strom nicht längs der-

(*) Mehrere der perpendiculairen Kribben in der Waal haben auch eine gleiche Untiefe in einiger Entfernung unterhalb derselben verursacht.

selben ableitet: so übt sie zwar ein gröfseres Ablenkungsvermögen des Stromes aus, mufs aber auch gröfsere Widerströme hervorbringen. So liegt z. B. die declinante Kribbe No. IV. oberhalb dem Reeser Eilande Tab. 15. Fig. 4., welche auf Tab. 12. mit No. III. bezeichnet ist, eben so weit in den Strom, als das perpendiculaire Werk No. V., und dennoch fällt der Strom unterhalb jenem, indem er kurze Widerströme bildet, gleich auf das Ufer, wo derselbe hingegen unterhalb des letztern sich in grofsen Widerströmen dreht und den aufgestauten Strom der Stromrinne zuwirft. Zur Vermeidung solcher Widerströme und zur gleichförmigen Vertiefung des Bettes gebe man also den perpendiculairen Werken einen Flügel, der den Strom ablenkt, und der sich geschwächt erst in dem dahinter liegenden Raum ausbreitet: folglich darin das von ihm mitgeführte Material absetzt. Eine solche Flügelkribbe ist auch in Hinsicht der Schifffahrt nützlich, weil die Schiffe nicht von dem an dem Kopfe einer perpendiculairen Kribbe sich umbiegenden Strom in die davon hervorgebrachten Wirbel gezogen werden, sondern ihren Lauf ungestört verfolgen. Auch beschützt der Flügel die Spitze der perpendiculairen Kribbe gegen den Angriff des Eises, und verstärkt das Ablenkungsvermögen, indem er den Stromfäden keine Seitenströmungen zuläfst, sondern dieselben dem Stromstriche selbst zuweist. In allen schiffbahren und einen heftigen Strom und Eisgang führenden Flüssen sollte also der Ingenieur nur dann perpendiculaire Kribben, ohne einen Flügel, anlegen, wenn er genöthigt ist, das Bett in der Nähe ihres Kopfes bedeutend zu vertiefen, und die Flufsrinne ihnen näher zu bringen. Anders ist freylich der Fall bey Flüssen, die nur mit 2 Schuh Geschwindigkeit fliefsen, und mit den reissenden Bergflüssen. Der erstern ihr Bett mufs man fast immer in der Nähe der Ufer zu vertiefen suchen; die letztern führen hingegen so viel schweres Material, dafs der hohe Strom, welcher gewöhnlich nur wenige Zeit dauert, oberhalb und unterhalb eines solchen Werkes Verlandung erzeugt. Ich kann dies durch die an der Isar unweit München und bey Freysingen, so wie am Lech, von mir angelegten perpendiculairen Kribben bestätigen. Wird an einem perpendiculairen Werke ein Flügel angelegt, so ist die Umbiegung des Stromes, die bey jenem statt findet, unmöglich, und der Strom folgt der eigentlichen Flufsbahn, deren Begrenzung von der einen Seite mit dem isolirten Bauwerke gebildet werden soll. Diese Umbiegung des Stromes ist von solcher Wirkung, dafs sie auch in viel Material führenden Flüssen, worin die perpendiculaire Kribben sowohl oberhalb als in einer gewissen Entfernung vor ihrem Kopfe, Kiesbänke hervorbringen, dennoch vor dem Kopfe selbst eine tiefe Rinne bleibt. Alle die an der Isar unterhalb München Tab. C und bey Freysing Tab. D an eben diesem Flusse von mir angelegten perpendiculairen Werken bestätigen diesen Erfahrungssatz.

In so fern man aber nicht nur den von einem solchen Bauwerke aufgestauten Strom, sondern auch die Eisschollen allmählig abzuleiten trachten mufs, um seine vordere Böschung zu erhalten, verdienen die *Bogenkribben* den Vorzug vor den übrigen

isolirten Werken. Ich habe unweit Reddenfelden am Inn in Bayern, eine solche Bogenkribbe im Jahre 1809 angelegt, deren Länge 580 Schuh beträgt, und die den besten Effect hervorgebracht hat. Die *Bogenkribben* sind daher in Flüssen, die einen heftigen Eisgang führen, den *Flügelkribben* vorzuziehen.

§. 169. *Declinante* oder *schiefliegende Kribben*, wie F B Fig. A Tab. 20. d. h. Werke, die mit dem Stromstrich einen stumpfen Winkel bilden, haben da, wo die Geschwindigkeit des vollen Stromes mehr als 2 Schuh beträgt; wo sie also vermöge der bedeutenden Neigung des Stromes, einen beträchtlichen Aufstau desselben hervorbringt, folgende Nachtheile.

1) Indem der hohe Strom unter einer senkrechten Richtung mit der declinanten Kribbe, über dieselbe fällt, so greift er das dahinter liegende Ufer B C an, und verursacht dessen Abbruch. Dies beweisen alle an dem Rhein aufgeführte declinante Kribben. — 2) Da der von ihnen aufgestaute Strom unterhalb in dem Raum C B F eine niedrigere Wasserfläche findet, so entstehen darin Widerströme, welche den Hauptstromstrich dem Ufer, zu dessen Schutz ein solches Werk angelegt ward, näher bringen. Auf diese Weise können also die declinanten Werke weder einen grofsen hydraulischen Effect auf das jenseitige Ufer ausüben, noch ein bis zu ihrer Spitze reichendes Vorland erzeugen. Denn auch dasjenige Material, welches bey einer unter ihrer Oberfläche stehenden Stromhöhe, hinter diesen Kribben sich niederlegt, wird von dem darüber stürzenden Strom wieder fortgeführt. Dies ist der dritte Nachtheil solcher Werke.

Wenn aber der Ingenieur an die declinante Kribbe F B ein zweytes Werk F C legt, so werden die obigen aufgeführten drey Nachtheile entfernt.

Legt man dieses zweyte Werk F C nämlich höher, als das Hauptwerk B F; so wird die Geschwindigkeit des über das letztere fallenden Wassers gemäfsigt, und indem dieses Wasser über das untere Werk F C, mit dessen Richtung senkrecht fällt §. 58, wird es von dem Ufer abgeleitet und dem Stromstrich zugeführt, folglich werden auch die vor dem Kopfe des obern Bauwerks vorbeyziehenden Stromfäden, dem Strom strich zugeworfen, und alle schädlichen Widerströme vernichtet.

Ein anderer und bedeutender Vortheil, welcher aus der Anlage des zweyten Werks F C, welches ich eine *Fangkribbe* nenne, weil es das von dem hohen Strom in den Raum F B C geführte Material auffängt, besteht darin, dafs das in diesem Raum stehende Wasser früher, als der Strom friert, mithin die Eisschollen sich auf diesem Eise festsetzen, daher längs dem Ufer einen Eisdamm formiren; folglich so der Eisstrom von dem Ufer abgehalten wird. —

Dafs sich der zwischen einem solchen Doppelwerk befindliche Raum verlandet, haben alle die von mir und von andern Ingenieurs am Rhein angelegten Doppelwerke bewiesen, wovon einige auf Tab. 16. bey dem Dorfe Portz, mit ihrer Verlandung dargestellt sind.

Auch die in dem Pannerdischen Canal, Tab. 14. No. 7. und 8., liegenden Fangkribben, vor Peppelgras haben einen gleichen vortheilhaften Effekt geleistet. Solche Fangkribben müssen gegen den Strom gerichtet seyn oder doch wenigstens auf dem Stromstrich perpendiculär liegen, damit das darüber stürzende Wasser dem Stromstrich und nicht dem Ufer zufalle. —

Es versteht sich übrigens, dafs man dergleichen Verlandungen mit Weiden und Pappeln bepflanzen müsse, um sie noch mehr zu erhöhen und zu befestigen.

§. 170. Aus dieser, durch die Erfahrung begründeten Erörterung gehen demnach folgende Regeln hervor: 1) In solchen Flufsbezirken, die einen schnellen Strom haben, soll man an den perpendiculären Kribben nur dann den Flügel weglassen. a) Wenn die Widerströme durch ein zweytes darunter zu legendes Werk aufgehoben werden; b) wenn eine bedeutende Tiefe längs dem perpendiculären Bauwerke, ohne Nachtheil der Schiffahrt und der Richtung der Flufsbahn, statt finden darf, und c) wenn der in einer zu weiten Flufsbahn fliefsende Strom schädliche Inseln und Kiesbänke gelagert hat, die man mit perpendiculären Kribben, welche von beyden Ufern ab, in die Flufsbahn hineintreten, forttreiben will. — Die im Pannerdischen Canal Tab. 25. Nro. 2., angelegten perpendiculären Werke geben über das letztere ein anschauliches Beyspiel!

Immer wird aber der Ingenieur mit einem perpendiculären Werke seine Absicht vollkommener erreichen; wenn er daran einen Flügel anbaut, der den hydraulischen Effect verstärkt: indem er die Umbiegung des Stromes verhindert, die Verlandung unterhalb beschleuniget, eine Eis-Kruste und einen Eisdamm längs dem Ufer erzeugt, womit das Ufer gegen die treibenden Eisschollen beschützt wird.

2) An declinanten Werken mufs stets eine Fangkribbe angebaut werden, wenn man nicht zwischen zweyen Werken der Art, eine perpendiculäre Kribbe da anlegt, wo der von dem obern Werke abgewiesene volle-Strom, an das Ufer anschlägt.

3) Ein solches, aus einer Declinanten und Fangkribbe bestehendes Doppel-Werk wird man auch in Ebbe- und Fluth-Strömen mit grofsem Nutzen gebrauchen, weil es sowohl den Ebbe- als den Fluthstrom vom Ufer ableitet. Zuweilen wird auch ein Bogenwerk statt diesem angelegt werden können: besonders wenn man nicht zu lange concave Stellen, worin sich Wirbel befinden, abzuschliessen hat, wie ich denn ein solches Bogenwerk bey Rattenberg (Tab. G.) am Inn in Tirol, angelegt habe.

4) Declinante Werke können unter einem Winkel von 120 bis 165 Grad mit der Richtung des Stromstrichs gelegt werden. Ein, unter einem stumpferen Winkel gelegtes Werk wird den Strom wenig vom Ufer abweisen, und ein Werk, dessen Richtung sich dem rechten Winkel mehr als um 30 Grad nähert, wird vom Eisgange beynahe eben so viel, als ein perpendiculäres Werk zu leiden haben: so dafs man des hydraulischen Effekts wegen den rechten Winkel, den zwischen 90° und 120 Grad fallenden Winkeln vorziehen wird.

Je nachdem also die Tiefe grofs, der Eisgang heftig ist und das convexe Ufer von dem Ablenkungs-Effect, den die, vor dem concaven Ufer anzulegenden Werke hervorbringen, angegriffen werden soll, wird man den oberen Winkel, welchen von 120 — 165° das Werk mit der Richtung des Stromstriches macht, vergröfsern, demselben endlich, um den gröfsmöglichst hydraulischen Effect hervorzubringen 190 Grad geben, d. i. eine Perpendikulär-Kribbe anlegen müssen: weil diese die gröfsmöglichste Wassermasse aufstauet, welche, vermög ihres Druckes, den Strom seitwärts treibt. Die in Nro 3. und 4., Tab. 15., dargestellten Bauwerke und die daran verursachten Wirbel zeigen diefs sehr deutlich.

§. 171. Perpendiculäre Flügel-Werke wird also der Ingenieur vorzugsweise in solchen Flufsbezirken anlegen, deren Profile zuweit sind, worin sich also Sand- und Kiesbänke, so wie Inseln gelagert haben. Daher auch in solchen Flüssen, die viel Material führen, welches sich unter- und oberhalb den Bauwerken niederlegen kann. Da wo die Tiefe dem Ufer näher gebracht, oder wo endlich der Strom aus einer concave heraus, und in einem unterhalb liegenden Durchstich geworfen werden soll, kann der Ingenieur ein perpendiculäres Werk erbauen, eine bey Durchstichen sehr wichtige Maxime, die ich auch bey dem Lauinger Durchstiche, der Donau Tab. F. angewendet habe. Regelmäfsig wird man den Strom mit solchen Werken aber nur lenken, wenn ihm ein Flügel gegeben wird.

Bey dem Entwurfe zur Anlage der isolirten Bauwerke mufs der Ingenieur auch darauf vorzüglich Rücksicht nehmen: dafs der hydraulische Effekt eines Bauwerks, bey derjenigen Stromhöhe ein Maximum erreiche, welche seiner Oberfläche gleich steht: weil es alsdann die gröfstmöglichste Wassermasse aufstauet, die einen Druck auf die, vor dem Bau vorbeyfliessenden Stromfäden ausübt. Tritt der Strom aber über das Bauwerk: so zieht die darüber stürzende Wassermasse die nächsten Stromfäden an sich, und der hydraulische Effekt ist geschwächt. Will man daher diesen vermehren, so mufs das Bauwerk erhöht werden. Die Gröfse dieses hydraulischen Effects hängt indessen auch von der Lage der Flufsrinne ab. Hat diese einen grofsen Fall: so wird die Geschwindigkeit des vor dem Bauwerke vorbeyziehenden Stromes vermehrt, folglich von dem Stromstriche angezogen.

§. 172. Bey der Anlage von denen in den Strom hineintretenden Bauwerken sind ferner zwey Fälle zu unterscheiden. Es ist 1) entweder die Flufsbahn enger, als die reguläre, paralleluferige oder geradlinigte Bahn, oder 2) sie ist weiter. Im ersten Fall wird das concave Ufer in Abbruch liegen, im zweyten werden sich in der zu weiten Bahn, Sandbänke, Kiesanlagen und Inseln gebildet haben. Sind diese hoch, so werden zwey Flufsrinnen den beyderseitigen Ufern nahe liegen, folglich an diesen Abbruch erfolgen; und so wie dieser zunimmt, die Anhägerungen wachsen. Seite 83. Die erste Rücksicht betreffend, so mufs der Ingenieur a) entweder blofs das Ufer erhalten, folglich einen

uferbau anlegen, oder b) den Abbruch derer am convexen Ufer liegenden Kiesbänke, oder dieses convexe Ufer selbst, mit den anzulegenden Werken, zu bewirken suchen. Mufs er das zweyte bewerkstelligen, so müssen ihm folgende Wirkungen bekannt seyn. 1) Mufs er diejenige Wassermenge (M), welche der im Beharrungsstande seyende Strom führt, wenn dessen Höhe der Höhe des anzulegenden Werkes gleich steht, kennen. 2) Die Geschwindigkeit (c), mit welcher der Strom ein ähnliches Material, als woraus die fortzutreibende und vor dem convexen Ufer liegende Bank besteht, fortwälzt, beobachtet haben, und endlich die mittlere Tiefe (t) der Stromsection bey der in 1) erwähnten Wasserhöhe wissen.

Alsdann wird nach dem §. 35. aufgestellten Lehrsatze die Breite (b) der mit Bauwerken zu verengenden Flufsbahn seyn müssen. $\frac{M}{c.t}$. Hierdurch hätte der Ingenieur also die Linie bestimmt, bis zu welcher die Bauwerke in den Strom hineintreten können. Dabey ist nun freylich nicht auf die Vertiefung, welche vor solchen Werken entsteht, Rücksicht genommen, weil die Böschung ihres Kopfes auch die Weite der Flufsbahn, in dessen Nähe, schmälert; man wird daher den Effect, d. i., auf den Abbruch der vor dem convexen Ufer liegenden Kiesbank, oder dieses Ufers selbst, um so sicherer rechnen können. Es sey z. B. die Breite eines solchen Strombezirkes (B) = 800 Schuh, die mittlere Tiefe (T) = 25, und die Geschwindigkeit (C) = 4 Schuh, so ist die Wassermenge = 800 . 25 . 4 = 80000 Cubikschuh. Nun betrage die Geschwindigkeit, wodurch das vor dem convexen Ufer liegende Material fortgerissen werden kann, 5 Schuh, so erhält man für die Profilbreite $B = \frac{80000}{5 . 25} = 640$ Schuh. Also müssen die Bauwerke von dem concaven Ufer ab in den Strom 800 — 640 = 160 Schuh hineingehen.

§. 173. Die zweyte Rücksicht, bey der Anlage der Bauwerke, betrifft die Richtung der Flufsbahn selbst, welche man dieser geben mufs, damit der hohe Strom, ohne Störung und Eisdämme, abgeführt werde, oder keine nachtheilige Direction für die Ufer und Deiche erhalte. Man mufs daher dem Strome, soweit als möglich, eine fortlaufende gerade Bahn anweisen. Alles: der Zuschlufs der Flufsärme, ihre Oeffnung oder Vergrösserung, so wie die Anlage der frey in den Strom hineingehenden Bauwerke, mufs sich hierauf beziehen. Daher sollten solche Flufsärme, die den Anfall des Stromes auf ein concaves Ufer scwächen, nicht zugebaut werden, wie z. B. Tab. 1. das Gegentheil mit der Karl Theodor Insel oberhalb Düsseldorf geschehen ist. Und vor einem concaven Ufer sollte der Ingenieur nur daselbst isolirte Bauwerke zuerst anlegen, wo der Strom darauf fällt, nicht aber oberhalb dem Bug der Serpentine selbst.

§. 174. Die *Richtung der Zukribbungen* werden, wo es thunlich ist, senkrecht auf die Richtung des Stromstriches des zuzubauenden Stromarms gelegt, weil alsdenn die kürzeste Linie erreicht, und der Nachtheil entfernt wird, der daraus entsteht, dafs der

überstürzende strom auf das eine ufer des zuzubauenden Flufsarmes fällt, indem er mit der zukribbung selbst einen rechten winkel bildet.

Es sey Fig. B. Tab. 20. a b die zukribbung, so fällt der hohe strom d c auf das ufer c. Es ist daher zweckmäfsig, die Insel oder das feste Land e mit dem ufer a c nach derjenigen Richtung f c, welche mit dem strom g h einen rechten winkel bildet, zu vereinigen. Der über eine so gelegte zukribbung rechtwinkelicht fallende strom, wird also auch die ufer nicht angreifen. Wollte der Ingenieur die zukribbung von b nach i, von der Inselspitze aus bewerkstelligen, so würde die Ausführung sehr schwierig seyn, weil bey ihrem zuschlufse der strom zwischen i. I. aufzustauen ist, wo hingegen, wenn die zukribbung von b nach k, und von c nach f gelegt wird, die Aufstauung nur zwischen g I bewirkt werden mufs. Hieraus geht also die Regel hervor, die Inseln mittelst eines schöpfwerkes, so weit als möglich, stromaufwärts (hier bis k) zu verlängern, und dieses mit einer zukribbung zu verbinden.

Eine Ausnahme findet jedoch da statt, wo der zuzubauende Arm ganz in der Richtung des obern stromstriches liegt. Daselbst mufs nämlich der Ingenieur, von der Insel oder bey Durchstichen vom festen Lande ab, ein so weit in den strom tretendes schöpfwerk anlegen, dafs die vertiefung von jenem, oder von diesem bereits mit Einleitung des vollen-stromes zu bewirken sey, bevor die zukribbung aufgeführt wird. Durch diese Maafsregel können nicht nur die grofsen vertiefungen des zuzubauenden Flufsarmes vermieden, sondern auch die Ausführung der zukribbung erleichtert, und daher bedeutende summen erspart werden. Bedient der wasserbaukundige sich dieser Regel, so wird er selten die zukribbung vollkommen zuzuschliefsen haben, sondern eine Oeffnung lassen können. Also nur in schnellen strömen oder daselbst, wo die Durchstiche von der schädlichen Flufsbahn, welche man verlanden will, nicht sehr bedeutend abweichen, wird er genöthiget seyn, vollkommene zukribbungen anzulegen. Zur Begründung der ersten Maafsregel sind a) der Bylandsche Durchstich Tab. 23. b) Der Bislicher Durchstich, Tab. 11., beyde am Rhein; die von mir ausgeführten Durchstiche der Donau bey Lauingen und Dillingen, Tab. F.; von der zweyten aber die von mir ausgeführten Durchstiche des Inns bey Fischbach, Tab. E, der Isar bey Freysing, Tab. D, und eben dieses Flusses bey München, Tab. C, so wie die von mir bey dem Dorfe Honnef oberhalb Bonn ausgeführte zukribbung des Hauptrheinarms, Tab. 4., Beyspiele.

§. 175. Die *Entfernung der isolirten werke* betreffend: so mufs sie dergestalt gewählt werden, dafs da, wo der, vor dem Kopfe des obern Bauwerks vorbeyziehende stromstrich an das concave ufer fällt; ein zweytens stromabwärts kommendes werk angelegt werde (*). Bey den perpendiculären werken wird diese Entfernung,

(*) Bey einem solchen Bauwerke, das in der Flufsbahn eine vertiefung und an dem ihm gegenüberliegenden concaven ufer einen Abbruch verursachen soll, müssen diese Austiefungs-Effekte erst abgewartet werden, bevor der Ingenieur, nach dieser Regel, die Stelle, wo das stromabwärts folgende zweyte

wenn sie selbst im Hauptstrome liegen, und eine bedeutende strommasse auffangen, der volle-strom mit etwa 4 Fuſs Geschwindigkeit vor denselben vorbeyziehet, zwischen das zwey- und vierfache der Länge des werkes selbst betragen. Bey den Flügelkribben wird diese Entfernung noch gröſser; bey den Declinanten aber kaum gleich der Länge des Bauwerks seyn dürfen.

Je weiter also ein werk den strom abwirft; desto entfernter wird der Ingenieur das darauf folgende Bauwerk anlegen können. Also die perpendiculären werke weiter als die Declinanten; und in dieser Beziehung haben die mit einem Flügel versehenen Kribben den vorzug vor allen übrigen, die Declinanten mit Fangkribben verbundenen aber den vorzug vor isolirten Declinanten-Kribben. Die auf Tab. 13, 14. und 15. stehenden werke zeigen dieſs recht anschaulich.

Bauwerk anzulegen sey, bestimmen kann. Diese vorsicht ist vorzüglich bey unsern Bergflüssen nothwendig. Es nimmt nämlich der Stromstrich eine veränderte Richtung, wenn das Bett von einer Kiesbank befreyet ist, oder die Stromrinne dem convexen Ufer sich genähert hat. Setzt der Ingenieur nach der obengegebenen Regel die Entfernung der Bauwerke fest; so wird das Stromaufwärts zunächst folgende werk: indem es das, bis zu seiner Spitze gehende wasser aufstauet, den hydraulischen Effect des stromaufwärts liegenden werkes verstärken und die dadurch verursachten wiederströme schwächen, oder ihre Entstehung gänzlich verhindern.

ZWEYTER ABSCHNITT DER FLUSSBAUKUNDE

ODER

ANGEWANDTE FLUSSBAUKUNDE.

Von der Ausführung der Mittel: um die Flüsse wohlthätig für ihre Anwohner zu leiten, ihre Ufer gegen Abbruch zu sichern; ihre Oberfläche rücksichtlich der Austrocknung und Entwässerung, so niedrig als möglich zu halten; mit praktischen Beyspielen belegt.

ERSTES KAPITEL.

VON DER CONSTRUCTION UND AUFFÜHRUNG DER FLUSSBAUWERKE.

(Siehe Tab. B. und Tab. 20).

§ 176.

Die Construction der längs und in Flüssen aufzuführenden Bauwerke hängt nicht sowohl von den Baumaterialien, die man zu den wohlfeilsten Preisen haben kann, sondern vorzüglich davon ab: a) dafs die Bauwerke von dem im Wasser dauernden und nicht kostspieligen Material aufgeführt werden; b) dafs sie sich bey einer Vertiefung des Flufsbettes in die Tiefe senken, nicht nur ohne überzustürzen, sondern auch in dem Falle, wenn das Bett vor und längs denselben vertieft ist, dieser Baukörper eine zusammenhängende Masse behält. c) Dafs das Bauwerk nicht einzelne Zwischenräume erhalte, oder aus einzelnen Körpern bestehe, vielmehr eine feste Masse formire. d) Die Construction mufs im schnellsten Strom unserer Bergflüsse, also noch da, wo der Strom 16 Schuh in der Secunde zurücklegt, in jeder Tiefe, ausgeführt werden können, und zwar bequemer: als andere Bau - Constructionen. e) Sie mufs zur Zudämmung grofser Flufsarme, zu Separationswerken und den Flufsbauten aller Art, angewendet werden können, ohne vom Eise und dem Strome zerstört zu werden. Und endlich sollte man mit ihr die Ausbesserungen eines Bauwerkes, die Sicherung seines Fusses oder der Fundirung der Mauern, gegen Unterwaschung, mit unbedeutenden Kosten, in allen Tiefen, zu bewerkstelligen im Stande seyn.

§. 177. Wiewohl unter allen bisher bekannten Methoden, in und längs den fliefsenden Gewässern zu bauen, der Faschinenbau, diesen Forderungen zum sichersten entspricht, welches die Erfahrung in Holland, am Rhein, der Elbe und in Baiern bewiesen hat: so wird sich dennoch der Flufsbaukundige zuweilen auch anderer Bauconstructionen bedienen müssen. Er wird z. B. da, wo grofse Steine in der Nähe des Ufers liegen, die Bauwerke mittelst eines Steinwurfes aufführen; längs den Anlandeplätzen, welche keine Böschung zulassen, Pfähle einrammen, und darauf Mauern errichten; in grofsen Tiefen aber Faschinenbauten, zu ihrer Gründung, versenken und durch diese erst die Rostpfähle rammen, um den Fufs der Kaymauern, gegen alle Unterwühlung zu sichern. Anderswo wird der Ingenieur, Pfahlwerke, in Form von Kästen, rammen, und die so entstandenen Räume mit Steinen, Mauerwerk oder grofsen Kieseln füllen; worunter lebendiger Kalk, Wasser und Cementmörtel geschüttet wird. Noch anderswo, besonders aber in Bergflüssen und Wildbächen, wo die rollenden Steine den obern Theil der Faschinenbauten abschälen und zerreissen, wird man Holzkisten, die aus Balkenwänden oder unbehauenen Holzstämmen (von diesen ist jedoch die Rinde abzuschälen, weil dieselbe die Fäulnifs und den Wurmfrafs befördert) bestehen. Jedes Fachwerk mag 64 Quadrat-Fufs Raum einnehmen, welches nach Art der Blockhäuser gelegt und verbunden wird. Den Zwischenraum fülle man mit grofsen und kleinen Steinen, Cementmörtel und Kalk, pflastere aber wo möglich das Ganze an der Oberfläche bogenförmig. Solche Stein- und Holzkisten habe ich mit Vortheil über den Faschinenbau in Bergflüssen legen lassen. Sie dürfen jedoch die Oberfläche des Faschinenbaues nicht ganz bedecken, damit sie einen breiten Fufs behalten, um nicht unterspühlt zu werden. Gründet der Ingenieur Ufermauern auf Pfahlroste, so müssen diese letztern entweder unter den niedrigsten Wasserstand des Flusses gesenkt werden, weil ein höherer Stand sie dem Wechsel der Luft, der Sonne und des Wassers aussetzt, daher sie bald faulen; ja man mufs sie mit einem Faschinenbau oder Steinwurf umgeben. Die Erd- und Kiesufer der Flüsse wird der Ingenieur mit Weiden und Pappeln bepflanzen, darauf Verzäunungen, deren Zwischenräume mit eckigten aber nicht runden Steinen auszufüllen sind, mit rauhen, eckigten Steinen bewerfen oder auch regelmäfsig pflastern; in Nothfällen aber mit Planken, auf kleinen eingerammten Pfählen gelegt, bedecken.

Diefs sind nun die Baumethoden, deren Ausführung, entweder keiner besondern Anleitung bedarf, oder die beym Deich- und Hafenbau näher gelehrt werden.

§. 178. Der *Faschinenbau* bleibt, wie gesagt, diejenige Bau-Construcction, welche allen Bedingungen der Flufsbaukunde entspricht, die also ihre Ausführung lehren mufs.

Zuvörderst sind die Vorkehrungen, die sie bedingt, zu beschreiben, und dann ihre Ausführung selbst. Sie erfodert *Faschinen*, *Spickpfähle*, *Wippen* und *Beschwerungs-Material*. Eine *Faschine* ist ein aus Reiser zweymal mit Bandweiden oder

Birken und andern Reisern gebundener Reiskörper, der nur so schwer seyn muſs, daſs ein Arbeiter ihn von sich werfen kann. Die Reiser mögen aus allen Holzgattungen bestehen, wenn die Faschinen unter Wasser kommen, weil das Holz, wenn es zur Zeit gehauen wird, in welcher es nicht im Safte steht, und die Blätter davon gefallen sind, unter Wasser gelegt, nicht fault. Also müssen, ausser in Nothfällen, die über den niedrigsten Wasserstand kommenden Reiser aus Weiden oder Pappeln bestehen, weil dieses Holz ausschlägt, welches bey Buchen-, Eichen- oder Tannenreiser nicht der Fall ist: da diejenigen Reiser aber nicht Loden treiben, welche im Safte sind, so sollte man sie in diesem Zustande und belaubt, nur im Nothfalle zu Faschinenbauten anwenden. Diese sollte demnach der Ingenieur vorzüglich von Mitte October bis Anfangs April aufführen. In dieser Jahrszeit stehen auch die Flüsse zum niedrigsten, folglich kann man nicht nur leicht das Beschwerungsmaterial, welches zur Aufführung der Faschinenbauwerke gebraucht wird, haben; sondern auch leichter bauen, und vorzüglich die in den Strom hineingehenden Bauwerke und Zukribbungen, welche während des Wachswassers, eine bedeutende Austiefung des Bettes verursachen. Im May, Juny, July und August steigen aber die Gewässer gewöhnlich hoch. Ausnahmen gibt es indessen bey manchen Flüssen, auf die der Ingenieur Rücksicht nehmen, und daher vor dem Eintritt des Saftes in das Holz, das zu den Faschinen erfoderliche Holz hauen lassen muſs, um es bis zur Bauzeit aufzubewahren. Leider werden aber die Ingenieure durch die in vielen Ländern statt findende schlechte Finanzwirthschaft, so wie durch die absurde Einrichtung der Geschäfte, von der Ausführung der Bauten, in der besten Bauzeit, gehindert, d. i. in der Zeit, welche von der Klugheit und Erfahrung vorgezeichnet ist. Doch! ich komme auf die specielle Materie zurück!

Eine von 8 bis 16 Schuh lange, und 9 bis 12 Zoll am Sturzende dicke Faschine kostet an Hauer- und Binderlohn gewöhnlich einen Kreuzer. Wenn das Holz dick steht, so kann ein fleiſsiger Arbeiter 40 bis 60 Faschinen des Tages hauen und binden. Die zum Hauen bequeme Holzhaue ist in Fig. 6. Tab. 20., nach einem 6tel der wahren Gröſse gezeichnet. Dieser Haue oder Hiebe bedienen sich die Arbeiter nur zum Hauen des dünnen Holzes; zu dem des starken, wird das Beil gebraucht. Auch zum Aufhauen der Faschinenbunde (bey der Aufführung eines Baues) womit jede Faschine zweymal gebunden ist, wird die Haue gebraucht, und wenn die Arbeiter die Bunde der in den Strom geworfenen schwimmenden Ausschuſslagen aufhauen müssen, so erhält die Haue einen mehrere Schuh langen Stiel.

§. 179. Die *Pfähle*, womit die Faschinen untereinander befestigt werden, nennt man *Spick*- oder *Handpfähle*. Sie sind vier Fuſs lang, oben zwey Zoll dick, und mögen aus allen Holzgattungen bestehen. Zu den in den obern Lagen der Faschinenwerke einzuschlagenden Pfählen, nehme man Pappeln oder Weiden, weil dieses Holz Loden treibt. Jeder Pfahl wird oben auf einem feststehenden hölzernen Pfosten

worauf man ihn horizontal legt, scharf abgehauen, wenn er zuvor darauf gespitzt ist. Die in der obern - oder Decklage eines Baues einzuschlagenden Pfähle mögen auch einen Hacken, der aus einem abgehauenen Zweig bestehen kann, erhalten, womit sie das in die Höhe springen der Wippen verhindern. Zu diesem Behuf läfst man auch durch platte Pfähle ein Loch bohren, und dadurch ein vier Zoll langes Hölzchen stecken, welches eben diese Dienste thut.

§. 180. Sowohl zur Aufführung eines Faschinenbaues, als wie zur Verbindung seiner einzelnen Theile, dienen die sogenannten *Wippen* oder *Würste* Tab. 20. Fig. 1. und Tab. B. Fig. 1 und 2., welche letztere Figuren ein Stück von einer Wippe, nach einem dritten Theil der wahren Gröfse, darstellen. Eine Wippe besteht aus gut zusammengebundenen, bis einen Zoll dicken Reisern, die von biegsamen unbelaubten Holze gemacht werden. Ihre Dicke betrage, wenn die Reiser noch frisch und vom zähen Holze sind, 4 bis 6 Zoll; höchstens aber 9 Zoll. Die Wippen müssen nämlich zwischen je zwo Faschinenlagen so wenig Raum als möglich verursachen, damit der Faschinenbau eine compacte Masse bilde, deswegen also nicht stärker seyn. Die Verfertigung der Wippen geschieht folgender Maassen. Es werden 4 bis 5 Schuh lange Pfähle, je zwo kreuzweise, und auf vier Fufs Abstand, in den Erdboden eingedrückt oder eingeschlagen. S. Fig. 1. Tab. 20. Da wo sich die zwey Pfähle kreuzen, werden sie mit einem biegsamen Weidenbande umbunden, damit die obern Enden sich nicht auseinander geben. Fünfzehn bis 25 solcher Pfahlkreuze bilden eine in Fig. 1. Tab. 20. dargestellte *Wippenbank*. Man macht nämlich die Wippen 60 bis 100 Schuh lang. Auf diese Bank legen die Arbeiter zuerst die stärksten und längsten Reiser, dann kleinere und oben wieder dickere; jedoch dergestalt, dafs zwischen den einzelnen Reisern eine so geringe Leere, als möglich, entstehe, und in jedem Queerschnitte der Wippe nicht mehr als ein Stammende eines Reises erscheine, aber alle Stammenden der äufsern Reiser in die Wippe, d. i., unter die andern Reiser gesteckt werden. Hat man die Reiser auf die Bank gespreitet, so wird auf 4 bis 6 Zoll Abstand ein Band (Wippenband) a c, a f, u. s. w. Fig 1. Tab. B., um dieselben geschürzt. Ein solches Wippenband kann aus Birken, Saalweiden, deutschen - canadaischen oder italiänischen Pappeln und Haseln; kurz aus jedem biegsamen Holze, selbst aus Tannenwurzeln, welche aber vorzugsweise zum Binden der grofsen Senkfaschinen und zu den Haltringen der Senkstücke anwendbar sind, gemacht werden. Haben die zu dem Bande geschnittenen Reiser noch vollkommen ihren Saft, so werden sie über loderndes Feuer gebähnt. Sind sie trocken, so legt man sie einige Tage über in's Wasser. Das Wippenband kann aus zwey Reisern, Fig. 8. Tab. B., oder aus einem Reis, welches in der Nähe der Schleife bey C, Fig. 8., die Dicke eines starken Gänsekiels haben mufs, bestehen. Soll die in dieser Figur nach der wahren Gröfse dargestellte Schleife gemacht werden, so streift ein Arbeiter das Laub von den zu dem Bande gewählten Reisern ab, tritt auf den dickern Theil des Reises, dreht dessen Spitz-

ende ein wenig, um es biegsamer zu machen, und schürzt die Schleife mit der rechten Hand. Jetzt faſst er mit der linken Hand das Wippenband in der Nähe der Schleife dergestalt, daſs die Finger oben liegen, dreht dasselbe im Schwunge herum, damit dessen Biegsamkeit vermehrt wird, indem hiedurch die einzelne Fasern des Reises sich trennen. Nun wird dieses Band mit dem stumpfen Ende zuerst unter das auf die Wippenbank gespreitete Holz durchgesteckt, und so weit durchgezogen, daſs das Ende a der Schleife, Fig. 8., oben auf die Mitte der Wippe kömmt, wenn der Arbeiter den durch die Schleife, welche er mit der linken Hand festhält, gesteckten Theil des Bandes straf angezogen hat, wie es in Fig. 2. gezeichnet ist. Während dieses Anziehens stemmt der Wippenbinder zugleich sein linkes Knie auf die Wippe, in der Nähe des Bandes, faſst dann mit der linken Hand, die von der Schleife hervorstehenden Spitzenden dd Fig. 1. und 8., dreht mit der rechten um dieselben zweymal das Wippenband, welches alsdann die zwo Windungen c Fig. 1. formirt, die in ihrer wahren Gröſse in Fig. 9. und 10. Tab. 20. dargestellt sind, und einen Knopf bilden. Bey der Ausführung wird die Wippe so gelegt, daſs diese Knöpfe oder Windungen unten zu liegen kommen, damit sie während dem Legen und Bekiesen der nächsten Faschinenschicht, nicht aufspringen.

Jetzt legt der Arbeiter den übrigen Theil des Wippenbandes a e, Fig. 1. Tab. B. oben auf die Wippe, so daſs er unter der nächstfolgenden Schleife g f. wie die Reiser der Wippe, angedrückt wird.

Die Verfertigung einer 60 Schuh langen Wippe kostet, je nachdem das Holz gut ist, 6 bis 9 Kreuzer. Gewöhnlich stellt man vier Arbeiter an eine Wippenbank. Die Manipulation von einigen Tagen reicht hin, um die Arbeiter, selbst Weiber und Kinder in Verfertigung der Wippen zu üben. Die Wippen bilden gleichsam die Ketten des Faschinenbaues! Eine Wippe muſs also der Länge nach nicht auseinander gezogen werden können, wenn sie sorgfältig aus zähem Holze verfertigt ist. Reissen sie einige Arbeiter auseinander, so ist sie schlecht gemacht.

§. 181. Das *Material*, womit man die einzelnen Buschlagen und Böschungen eines Faschinenbaues beschwert (*Beschwerungsmaterial*) kann aus Kies, Ziegelgraus, eckigten harten Steinen, (auch des Muschelkalkes habe ich mich im Groſsherzogthum Hessen bey den Rheinbauten bedient); im Nothfall aus Sand, Thon und Erde bestehen. Fördert der Fluſs, an dem gebaut werden soll, nur feinen Sand und fehlt es an Ziegelgraus, so beschwere man die untere Spreitlage mit Erde oder Thon, damit der feine Sand nicht durch dieselbe ins Wasser fällt. Zu der Beschwerung der innern Buschlagen wähle man solches Material, das in die engsten Zwischenräume der Reiser einfällt, als groben Sand und kleine Kiesel; zur Bedeckung der äussern Böschung aber, je nachdem die Geschwindigkeit des Stromes groſs und das Material vor handen ist, auch gröberes und schwereres Material. Wo der Strom sehr schnell und der Eisgang heftig ist, kann der Ingenieur selbst Felsstücke, von hundert zent-

nern, und schwerer, auf die äussere Böschung der Bauwerke werfen lassen, wie ich auf dem Bau zu Rattenberg im Inn gethan habe. Erde, jedoch nur trockene, die in die Zwischenräume der Reiser einfällt, Thon und Sand soll man nur da, wo kein anderes Material zu haben ist, und zwar in langsam fliefsenden Gewässern auf die innern Faschinenlagen gebrauchen. Wer aber dieses auf die äussere Böschung wirft, und solche nicht mit Steinen bedeckt, der wird die Faschinen - oder Buschlagen bald entblöfst sehen. Der Ingenieur wird auch äusserst selten auf solches Material beschränkt seyn, denn die Flüsse liefern Kies und groben Sand in Menge; die Ruinen alter Schlösser und Mauern aber Ziegelschutt; die hohen Ufer Steine, oder Kies. Da, wo indessen in dem Flufsbette wenig Material liegen bleibt, läfst man dasselbe mit Sandkratzern (Fig. 11. Tab. 20.) aus dem Flufse herausbaggern. Ein solcher Sandkratzer besteht aus einer mit zwo Seitenwänden versehenen von Eisenblech gemachten Schaufel, deren Boden Löcher hat, durch welche das Wasser läuft. Dieses Sandkratzers habe ich mich im Grofsherzogthume Hessen häufig bedienen müssen. weil die Kiesbänke weit von dem Bauwerken entfernt und wenige Zeit im Jahre vom Wasser befreyt sind.

§. 182. Ehe ich zur Beschreibung des Faschinenbaues übergehe, mufs ich noch folgende Erklärungen und Regeln vorausschicken. 1) Ein *Ausschufs* oder eine *Ausschufslage* besteht aus nebeneinander, vorwärts den übrigen Faschinenlagen, geworfenen *ganzen Faschinen*, das sind solche Faschinen, die mit zwey Weidenbänden gebunden sind. 2) Eine *Einziehlage* besteht aus einer Lage von solchen nebeneinander geworfenen Faschinen, die über die zunächst darunter liegende Faschinenlage einige Schuh zurück gezogen werden, die auch aus Reisern bestehen können, wenn der Strom sie nicht dreht. 3) Eine *Spreitlage* besteht aus Faschinen, deren zwey Weidenbände aufgehauen sind und worin das Reis - oder Buschholz so regelmäfsig, als möglich neben einander ausgespreitet oder gelegt wird. Dazu kann man sich auch des ungebundenen Weiden -, Erlen - und andern Reisholzes bedienen. Die Spreitlagen sind es nun vorzüglich, welche mit Beschwerungsmaterial bedeckt werden. Wenn ich hier und in der Folge von Faschinen - und Buschlagen spreche, so mufs der Leser sich die Vorstellung nicht machen, als wenn ein Faschinenbau selbst aus wirklichen *einzelnen* Schichten oder Lagen bestehe. Diese finden nur alsdann statt, sobald das Faschinengebäude beynahe fest auf dem Grund liegt, so dafs der Werkmeister oder Faschinenleger, über dem aufgeführten Theil, die Spreitlagen legen kann. Der übrige Theil des Baukörpers ist, wie wir bald sehen werden, gleichsam ein Gewebe von Faschinen, Buschlagen, Wippen, Pfählen und Beschwerungsmaterial. 4) Eine *Senklage* wird entweder aus *einer* Lage ganzer bewippten Faschinen, oder aus zweyen Faschinenlagen gemacht, wovon die obere eine Spreitlage ist. Ein solcher Fall tritt ein, wenn ein Bau nicht Böschung genug hat, oder durch Unterwühlung des Bettes bedroht ist, in die Tiefe zu sinken. Mit einer Senklage (hol. Blaislag) deckt der Ingenieur auch den Fufs und die vordere Wand eines alten Pfahlwerkes und die Böschung eines

schartdeiches, das ist ein Deich, der im Abbruch liegt. Sie muſs also in allen Fällen einen Theil des Fluſsbettes bedecken. Es muſs daher ihre Breite hiernach eingerichtet werden. Damit das Material, welches die Senklage herunter drücken soll, nicht davon rollt, so werden darauf 12 Zoll hohe Zäune (bevor sie sinkt) gemacht, die man an die Wippen mit Weidenbänden festbindet. 5) *Bewippen* heiſst Faschinen, oder auch eine Spreitlage mit Wippen belegen, und durch diese sowohl, als durch die Buschlage, worüber die Wippen gelegt wurden, wie auch durch die zweyte darunter liegende Lage, die Spickpfähle schlagen.

§. 183. Die allgemeinen Regeln bey Ausführung der Faschinenbauwerke sind diese:

1) Da ein jeder Faschinenbau nicht aus einzelnen für sich in den Strom herabgesenkten Lagen (Senklagen) bestehen darf, wie es doch einige Schriftsteller gelehrt haben, indem alsdann der Strom- und Eisgang eine Lage nach der andern wegführen könnte, so muſs bey dessen Ausführung dergestalt verfahren werden, daſs der Bau stets etwas über die Oberfläche des Wassers gehalten wird, daher der vordere Theil noch flott ist, wenn der rückwärts seyende bereits fest auf dem Grund liegt, wie es Fig. 10. Tab. B zeigt. Dieſs ist nothwendig, damit die Arbeiter einen sichern Stand haben uud regelmäſsig gebauet werden kann. 2) Es dürfen daher die Spreitlagen nicht eher mit Material beschüttet werden, bis die flott liegenden Lagen dasselbe tragen können. Wird diese Regel nicht beobachtet, so sinkt der zuviel beschwerte Theil des Baukörpers in die Tiefe und es kann die nachfolgende Spreitlage nicht mehr darauf, mittelst Spickpfählen, befestigt und diese müssen alsdenn erst durch das Gewicht mehrerer Lagen darin eingedrückt werden, wodurch nothwendig in dem Baukörper schädliche Höhlungen oder Räume entstehen. 3) Wo man also Senklagen zu machen genöthigt ist, muſs nicht ausser Acht gelassen werden, daſs, da die gewöhnlichen Spickpfähle länger als die Dicke einer Senklage sind und durch diese ihre Schwere nicht in die bereits feste Masse eines Faschinenbaues eindringen, folglich die Senklage auf diese Pfähle, wie eine Hechel auf ihren Spitzen ruht, also Zwischenräume entstehen, wozu kürzere Pfähle, nothwendig sind, die nur einige Zolle an Länge, die Dicke der Spreitlage übertreffen. 4) Nach dem 176. §. soll ein Faschinengebäude nur eine solide Masse ausmachen. Es ist daher die von Belidor gelehrte Methode, nach welcher groſse Faschinen einzeln nebeneinander gelegt werden, äusserst fehlerhaft. Sie läſst nämlich eine Menge groſser Zwischenräume und keine Vertheilung des Beschwerungsmaterials zu. Groſse Faschinen, die jedoch mit Steinen oder Kies, nicht aber mit Erde und feinem Sand gefüllt seyn müssen, (Senkfaschinen) zwischen denen man den Raum mit Busch ausfüllt, bedient sich der Fluſsbaukundige also zu Enklavirungen, um mit denselben den Kopf eines Bauwerkes, gegen welches mit dem Strom ein anderer Bau geführt wird, dergestalt zu beschweren, daſs das Fluſsbett darunter nicht vertieft werde. Auch zur schnellen Stopfung eines Deichbruches, so wie zum Anfange eines mitten in den Fluſs zu legenden Bauwerkes oder zur Ausbesserung ei-

nes schadhaften Baues, kann man sich solcher Senkfaschinen bedienen. Ehe der jetzige Faschinenbau recht bekannt war, haben einige Ingenieure die Senkfaschinen, indem sie dieselben aufeinander warfen, zur Ausführung ganzer Enclavirungen angewendet. Schanzkörbe, die in Italien am Po gebraucht werden, sind aber zu kostbar, indem ihre Verfertigung viel Zeit erfordert! 5) Ueberall, wo eine Spreitlage gemacht werden kann, ohne dafs der Strom die Reiser dreht, mufs man sie anwenden, weil dabey alle Zwischenräume, die einzelne Faschinen bilden, vermieden werden.

§. 184. Die Ausführung eines aus einem Faschinenbau bestehenden Uferbauwerkes, welches ein Bleswerk genannt wird, kann nach zweyerley Hauptmethoden bewerkstelliget werden. Entweder fängt man mit dem obern Theile desselben an, und bauet also mit dem Strom, oder man beginnt mit dem untern Theil und bauet Strom aufwärts. Beyde Methoden sind in Holland in Gebrauch; die letztere jedoch nur da, wo der Strom wenig Geschwindigkeit hat. Sie steht also auch der erstern weit nach. Ich will daher vorzüglich diese beschreiben.

Wenn das Vorufer, d. i. der Fufs des hohen Ufers unregelmäfsig gestaltet ist, so wird dasselbe etwas abgeglichen, um die Faschinen nicht auf ein ungleiches Unterlager zu legen. Ich bemerke hierbey, dafs die Einziehung der Faschinenbauwerke in die Ufer unnöthig ist; denn man kann den durch Wellenschlag oder den Anfall des hohen Stromes auf das Ufer zu befürchtenden Abbruch mit einer einzigen Spreitlage, welche mit Erde bedeckt wird, nachdem sie gut bewippt ist, und worin die Spitzen der Reiser aufwärts stehen müssen, damit sie ausschlagen, mit Bepflanzungen verhindern. Den Anfang eines Uferbauwerkes macht man nun damit, dafs man ganze Faschinen a a Fig. 3. Tab. B. und Fig. 2. Tab. 20. dicht nebeneinander auf das Vorufer dergestalt legt, dafs die Spitzenden dem Wasser zugekehrt sind. Hat der Strom in der Nähe dieses Vorufers eine solche Geschwindigkeit, dafs Faschinen in einer mit den Stromfäden rechtwinkelichten Lage von dem Strome selbst gedreht würden; so wirft man die Faschinen mit dem Strome in eine schiefe Richtung, und befestigt jede Faschine des rechten Ausschufses mit einem Spickpfahle an das Ufer. Ist der Strom aber nicht so reifsend, dann werden mehrere Faschinen mit Wippen w Fig. 3. Tab. B. befestigt. Diese müssen aber dicht vorwärts dem ersten Bande der Faschinen, wie z. B. von c nach c Fig. 3. Tab. B. gelegt werden, damit die Spickpfähle vor diesem Faschinenbande zu stehen kommen, welche die Faschinen so besser halten. Die Spickpfähle werden am schnellsten und vertical eingeschlagen, wenn der Arbeiter einen Spickpfahl mit der Hand so tief als möglich in die Wippe, oder gar durch dieselbe und in die Faschine oder das Buschholz eindrückt, und dann ein anderer Arbeiter mit einem hölzernen Schlägel darauf schlägt, während der erstere einen zweyten in der Hand habenden Spickpfahl an dem eingesteckten schräge anhält, oder diesen gar zwischen zweyen in den Händen habenden Pfählen herunter gleiten läfst. Auf diese Weise

können die Pfähle sehr schnell senkrecht durch die Faschinen und in die Wippen eingeschlagen werden.

Auf die erste Ausschufslage wird alsdann eine zweyte b und auf diese eine dritte c geworfen, nachdem man die vorige mit einer Wippe i i überzogen hat. Ist der Strom nicht reifsend, so können in der ersten und zweyten Ausschufslage die Faschinen untereinander blofs mit Spickpfählen befestigt werden. Damit aber die Strom abwärts zuletzt liegenden Faschinen h nicht gleich untersinken, indem sich die von den Ausschufslagen abgewiesenen Stromfäden von G nach g umbiegen, so werden bey g zuletzt einige Faschinen gegen den Strom geworfeu, welche die umgebogenen Stromfäden tragen, und auf diese wirft man alsdann die letzten Faschinen h der Ausschufslage. Um jetzt eine Spreitlage über die vorwärts geworfenen Faschinen, welche sich mit ihren Spitzenden unter Wasser senken, und nur mit ihren Köpfen hervorstehen, desto besser zu legen; wird eine Lage ganzer Faschinen d Fig. 4. und 8. Tab. B. dergestalt geworfen, dafs die Kopfenden dem Wasser zugekehrt sind. Ueber diese verkehrt gelegte Einziehlage d Fig. 4. wird eine Spreitlage Fig. 5. gelegt, und mit Wippen f e, die mit dem Strom einen spitzen Winkel bilden, dergestalt geformt, dafs dieselben über die Köpfe der Ausschufslagen reichen. Die Wippen können auch mit dem Stromstriche parallel laufen, oder bogenförmig gelegt werden, je nachdem der Strom langsam fliefst. Uebrigens soll aber, da der Strom zur Nachtzeit steigen kann, niemals eine Ausschufs- oder Spreitlage des Nachts über unbewippt, oder unbefestigt, liegen bleiben. Alsdann wird diese Spreitlage mit Material dergestalt beschwert, dafs sie noch etwas über die Oberfläche des Wassers hervorragt. Was bisher beschrieben ist, zeigen die Profile 6, 7, 8, 9. sehr deutlich. Das letztere zeiget nämlich, wie sich die ersten Ausschufslagen bey a an das Ufer anschmiegen, und wie der Anfang des Werkes auf den Boden sich senkt, während der andere Theil flott bleibt. Es scheint daher unnöthig zu seyn, noch mehrere Zeichnungen zu liefern. Ist die erste Spreitlage gelegt, so wird ein neuer Ausschufs auf die hervorragenden Enden der Wippen, die ihn tragen, geworfen. Dabey ist zu bemerken, dafs die Faschinen des Ausschufses bequemer auf die Oberfläche des Wassers geworfen werden können, wenn man die letzten Pfähle, welche durch die Wippen der Spreitlage gesteckt werden, nur so tief eindrückt, dafs sie noch einen Schuh über das Wasser hervorragen. Zwischen diesen Pfählen werden alsdann die Faschinen dieses Ausschusses dergestalt geworfen, dafs ihr Kopfende davon gehalten wird. Diese Maafsregel ist vorzüglich bey schnellen Strömen von Nutzen. Führt der Strom die einzelnen Faschinen des Ausschufses nicht fort, so wirft man noch eine zweyte oder dritte Ausschufslage vorwärts; darüber aber kömmt eine zweyte Spreitlage, die man bis zum Ufer zurückzieht; in dieser Spreitlage kommen die Kopfenden der Faschinen gegen den Strom zu liegen, in der dritten aber wieder die Spitz-Enden. Diese Abwechslung geschieht jedoch nur, um dem Werke eine gleichförmige Dicke zu geben; denn bey allen Spreitlagen, die die Böschungen

bilden, müssen die Spitz-Enden dem Strome zugekehrt seyn. Diese wird abermals bewippt, und dergestalt mit Material beschwert, daſs sie ober Wasser bleibt. Ist der Strom so heftig, daſs er die vorwärts liegenden Lagen zu drehen trachtet, so werden einige Wippen bis in das Ufer hineingezogen und befestigt, welche man Ankerwippen nennt, Auf diese Weise wird mit Ausschüssen und Spreitlagen so lange fortgefahren, bis der Werkmeister mit den vordern Ausschüssen den vorgeschriebenen Fuſspunct des Bauwerkes erreicht hat. Dann fängt man an, die Lagen zurückzuziehen, haut aber die Bände der Faschinen darin auf, spreitet die Reiser regelmäſsig nebeneinander aus, formirt also Spreitlagen, welche bewippt und mit Material beschwert werden. Wie weit eine jede Spreitlage zurückgezogen werden muſs, dieſs läſst sich aus der Tiefe, der festgesetzten Böschung des Werkes, und aus der Dicke des bereits aufgeführten und schwimmenden Baukörpers beurtheilen. Auch die Krone des Bauwerkes wird mit Spreitlagen aufgeführt, und dann mit Weiden oder Pappelzweigen dergestalt bespickt, daſs diese zwey bis drey Schuh tief in dem Baukörper selbst zu stehen kommen, und darüber einige Schuh hervorragen.

Hat auf diese Weise das Werk die Böschung erhalten, so wird auf diese Böschung des gröbsten Fluſskiesels zwey Schuh dick geschüttet, so daſs von den Reisern wenige, oder besser, gar keine vorstehen. Ist des groben Fluſskiesels, den man von den hohen Stellen des Bettes nimmt oder mit Sandkratzern, die an Stielen befestigt sind, aus der Tiefe des Fluſses aufbringt und in Fahrzeuge ladet, nicht zu erhalten: so wird auf die Böschung zuerst vom gröbsten Fluſssande, der nur zu haben ist, einen Schuh hoch geschüttet, und dann Steine oder Mauerschutt, und oben darauf wieder Sand, damit alle Zwischenräume ausgefüllet werden. So läſst man nun das Werk einige Zeit liegen, bis es sich gesetzt hat. Alsdann erst werden die Decklagen über das Vorufer hingelegt. Diese bestehen aus einer oder zweyen ein bis 1½ Schuh dicken Spreitlagen, von welchen die untere mit Wippen, und die obere mit 6 bis 12 Zoll hohen Zäunen, auf 1½ bis 2 Schuh Abstand, befestigt wird. Man kann auch diese letztere mit Wippen befestigen. An der Seite der Krone eines Bauwerkes werden zwey Zäune nebeneinander gemacht, oder zwey Wippen neben einander gelegt, die man Rand- oder Ringwippen nennt. Damit aber die grünen Weiden-Zaungärten nicht leicht aufspringen, so wird in den Zaunpfählen, über den Zaungärten, ein Querhölzchen gesteckt. Dasselbe kann auch in der Decklage über die Wippen, durch die Spickpfähle gesteckt werden, damit die Wippen nicht aufspringen. Eine Vorsicht, die jedoch nur dann nothwendig ist, wenn die Wippen auf der Decklage, in einer Zeit gelegt werden, wo sie nicht mehr ausschlagen, oder grünen können. Wenn das Werk im Sommer fertig wird, so sollte es nochmals im Herbste oder vor April auf seiner Krone bewippt werden, damit die Wippen ausschlagen.

Zwischen den auf ein Uferbauwerk gemachten Verzäunungen, die parallel mit dem Ufer laufen, wird noch Kies oder Mauerschutt geworfen, jedoch nur soviel, daſs

der Busch der Spreitlage, und nicht die Zäune, welche ausschlagen sollen, bedeckt ist. Führt der Flufs aber viel Material, so legt sich dessen bey dem ersten hohen Wasser vieles nieder, und es darf die Oberfläche des Bleswerkes mit viel Material nicht versehen werden, insonderheit, wenn man die Regel befolgt, welche ich §. 161. gegeben habe: damit die Eisschollen und die Gewässer auf eine schräge Fläche auflaufen, und des hohen Stromes Geschwindigkeit über dieselbe hin, retardirt wird. Eine andere Regel ist diese: Im Fall dafs mit grünem Holz, woran das Laub noch hängt, gebauet wird, so mufs sich der Bau sehr setzen, und in diesem Falle mache man die Böschung etwas stärker, wie es nöthig ist. Auch wird drittens, das Faschinenwerk im zweyten Jahre sorgfältig nochmals mit Beschwerungsmaterial beschüttet, besonders seine Dossirungen, welches für alle solche Faschinenbauten gilt, bey denen der Strom das Material von den Böschungen im ersten Jahre fortgenommen hat. Ueberhaupt müssen die Flufsbaumeister es nie an der Nachbeschwerung fehlen lassen, wenn sie nothwendig ist, und das Holz der Böschungen mufs stets mit Material bedeckt seyn, denn sonst wird es vom Eise abgeschnitten. Der Luft und Sonne darf es auch nicht ausgesetzt werden (es sey denn, dafs es Loden gezogen hätte), weil es dann verweset und verfault.

Auf die oben beschriebene Weise kann nun ein Uferbauwerk im Ganzen oder Theilweise aufgeführt werden.

§. 185. *Die Bauart der Kribben* hat, was die Ausschüsse, Einzieh - und Spreitlagen und die Beschwerung anbetrift, mit dem in dem vorletzten §. beschriebenen Bau des Bleswerkes viele Ähnlichkeit; nur der Unterschied findet dabey statt, dafs die Wippen so in der Länge des Baukörpers gelegt werden müssen, wie diefs Fig. 10. Tab. B. zeigt. Ich werde daher bey der Beschreibung vom Bau - der Krippen kürzer, als vom Bau des Bleswerkes seyn können. Indessen ist die Ausführung der Kribben doch mit grössern Schwierigkeiten verknüpft, weil den Kribben auf beyden Seiten eine Böschung gegeben werden mufs, und man sie in den Strom weiter hineinbauet, als Bleswerke.

Alle die einzelnen Hülfsmittel, deren man sich, bey Ausführung solcher Werke, bedienen kann, lassen sich nicht beschreiben: denn gröfser mufs die Vorsicht beym Bau seyn, wenn der Strom steigt, als wenn er fällt; aber immer gilt die Regel, wie bey allen Werken: dafs man mit den Ausschufs - und Spreitlagen stets über dem Wasser bleiben mufs. Alle Theile und das Fortrücken einer solchen Kribbe lassen sich auch nicht in Zeichnungen liefern, weil ihre Zahl grofs seyn müfste. Der Bau einer Kribbe wird also auf die nämliche Art angefangen, als der Bau eines Bleswerkes, wenn zuvor die Richtung und Breite der Krone, auf dem Ufer, mit einigen Stäben, abgesteckt ist, nach welchen sich der Werkmeister beym Bau richtet. Sind die Ufer zu hoch, so dafs man diese Pfähle nicht sehen könnte, so werden einige kleine Tonnen oder Hölzer an Seilen, und diese an Steinen befestigt in die Directionslinie, im Flufse selbst,

gelegt. Wie sich alsdann die ersten Ausschüsse a a abwärts bis auf das Flufsbett senken, wenn darüber die Spreitlagen i i nach und nach gelegt und beschwert worden sind, zeigt Fig. 10. Tab. B. In diesen Spreitlagen werden die Faschinen dergestalt gelegt, dafs die Spitzen gegen das Wasser zu liegen kommen, und die Sturz-Enden der Mitte des Baukörpers zu. Die Beschwerung der Spreitlage einer Kribbe mufs jedoch der Werkmeister dergestalt bewerkstelligen lassen, dafs derjenige Theil des Baukörpers, welcher Strom abwärts liegt, früher als der gegen den Strom gekehrte Theil beschwert wird, damit jener diesem gleichsam zur Stützwand diene. Die Breite eines solchen Werkes oder das Vorrücken der äussern Ausschufslagen richtet sich also nach der beyderseitigen Böschung, nach dem angenommenen Verhältnifs der Böschung zur Tiefe §. 164. und nach der obern Breite oder Krone des Baukörpers D. E. Fig. 11., so dafs die beyden Puncte D und F die Fufspuncte der Kribbe ausmachen. Sowohl dieses Queerprofil, als Fig. 10., welche einen Längendurchschnitt von einer im Bau begriffenen Kribbe darstellt, zeigen die verschiedenen Ausschufslagen, welche zwischen a und l liegen, und die Spreitlagen s s. In Fig. 3. Tab. 20. ist die Art der Bewippung von demjenigen Theil des Baukörpers. welcher die Böschung bildet, da, wo der Strom heftig ist, so wie die Bezäunung der Krone H H., sichtbar. Ist man mit den Ausschüssen, die,. wenn der Strom sehr heftig ist, mit ihren Spitzen auf ein vor Anker liegendes Boot gelegt werden können, so weit auf der Oberfläche des Wassers vorgerückt, dafs sie die Fufspuncte der Böschung bilden, so werden Einziehlagen gemacht, in denen man die Bände aufhauen und die Reiser gehörig ausbreiten läfst, folglich Spreitlagen formirt. Man sieht ferner aus dem Längenprofil Fig. 10. Tab. B, so wie aus Fig. 7., 8. und 9., dafs die Ausschüsse, welche während dem Bau auf der Oberfläche des Wassers lagen, auf den Grund sinken, und dafs der vordere Theil des Baukörpers noch flott ist, wenn der rückwärts seyende bereits fest auf dem Flufsbett aufliegt. Sieht der Werkmeister, dafs der aufgeführte Baukörper nicht mehr sinkt, so wird die, die Oberfläche des Baues formirende Spreitlage dergestalt gelegt, dafs die Faschinen mit ihren Sturzenden zusammenstossen, damit die einzelnen Reiser dem Strome und Eise nur mit ihren Spitzen entgegenstehen, folglich aus dem Bau des Körpers nicht herausgerissen werden können.

Ist der Bau einer Kribbe vollendet, dann werden die Böschungen und die Oberfläche mit Material dergestalt beschwert, dafs kein Reis sichtbar ist. Nachher, wenn das Werk sich gesetzt hat, wird die oberste Lage oder Krone mit einer Spreitlage darauf gemacht, mit Wippen oder Verzäunungen befestigt, und mit Material dergestalt bedeckt, dafs die Verzäunung und Wippen noch etwas blofs sind, damit sie Loden treiben können.

Um an Faschinen, Wippen, Pfählen und Arbeitslohn zu sparen, haben einige Ingenieurs zwey Kribbwerke nebeneinander auf 12 — 14 Schuh Abstand aufgeführt, und den Zwischenraum mit Erde und Kies gefüllt. War die Ausfüllung über das niedrig-

ste Wasser einige Schuh emporgestiegen, so wurden beyde prismatischen Faschinenwerke vermittelst einiger Spreitlagen, wovon die untere Lage auf die Ausfüllung zu liegen kam, verbunden. So sind z. B. die beyden Kribben 10. u. 11. Tab. 14. im Pannerdenschen Canal aufgeführt worden.

§. 186. Es ist hier der Ort im Allgemeinen zu bemerken, dafs der Anfang eines jeden Faschinenbaues bey einem steilen und felsichten Ufer oder bey Mauern und alten Holzwänden nicht anders gemacht werden könne, als dafs man grofse mit Steinen oder Kiesel gefüllte Senkfaschinen, vor dieses natürlich oder künstlich feste Ufer, in das Wasser wirft, und zwar soviel solcher Faschinen übereinander, bis sie über die Oberfläche des Wassers hervorragen. Auf diesem Körper kann man alsdann die ersten Ausschüsse, mittelst Spickpfählen, befestigen. Diese Methode habe ich bey einigen Bauten im Tyrol, bey Frankfurt am Mayn — vor den Brückenköpfen, und an vielen andern Orten, anwenden lassen.

§. 187. *Der Bau der Schöpf- oder Separationswerke* wird da, wo der Strom nicht sehr reifsend ist, und nur etwa mit einer Geschwindigkeit von 4 Schuh auf den Baukörper antreibt, eben so wie der Bau der Kribben bewerkstelliget.

Auf diese Weise hat er allerdings manche Schwierigkeiten, weil der auf den Grund sich gesetzte hintere Theil des Baukörpers die Stromfäden theilt, welche die Ausschüsse zu drehen trachten, und zugleich den Grund unter dem flott liegenden Theile forttreibt, folglich die Tiefe vermehrt. Diese Methode erfordert also weit mehr Baumaterial, als nothwendig seyn würde, wenn das Flufsbett keiner Ausspühlung ausgesetzt wäre. Es ist daher die Methode *mit dem Strome* zu bauen, dieser Methode, nach welcher *gegen den Strom* gebaut wird, weit vorzuziehen. Will man also mit dem Strome bauen, so mufs auf derjenigen Stelle, wo das Separationswerk mit seiner Spitze zu liegen kommt, ein von dem Flufsbett bis zur Oberfläche des Wassers aufsteigender Körper gemacht werden, auf welchen die erste Ausschufslage gelegt wird. Dieses kann nun auf zweyerley Weise geschehen. Entweder mittelst Sinkstücken, deren Construction nachher beschrieben werden soll, oder mit Senkfaschinen. Das Niederlassen von Sinkstücken auf einen gewissen Punct ist in einem heftigen Strom mit Schwierigkeiten verknüpft, indem der Strom einen so grofsen Körper, der bis zum Moment des Sinkens flott gehalten werden mufs, folglich, wenn man auch das Auswerfen des schweren Materials aus Schiffen noch so sehr beschleunigt, mifslich ist, indem das Sinkstück öfters weiter Strom abwärts getrieben wird, als der Anfang des Separationswerkes gelegt werden soll. Ja! der Strom kann es drehen, und aus der Richtungslinie selbst führen, wie dieses die Erfahrung bey der Fischbacher Enclavirung, die ich im nächsten Kapitel beschreiben werde, bewiesen hat. Der Bauinspector Funke führt in seinen Beyträgen zur Wasserbaukunst einen ähnlichen Vorfall, der ihm widerfahren ist, an. Um diesen Nachtheil zu entfernen, lasse man da, wo das Sinkstück niederfallen soll, sowohl stromabwärts, als seitwärts einige Pfähle ein-

rammen, zwischen denen also das Sinkstück niederfallen mufs. Bey einer bedeutenden Tiefe wird man genöthigt seyn, mehrere Sinkstücke niederzulassen. Das sicherste und mindest kostbarste Mittel ist aber immer mehrere Senkfaschinen auf vor Anker liegenden grofsen Flufsfahrzeugen, Prahmen, oder auf Flossen, zu verfertigen, und diese Senkfaschinen in den Strom zu stürzen. Auf die Prahmen oder Flofse werden grofse Rundhölzer gelegt, über welche zuerst auf zwey Fufs Abstand lange Wippenbände ausgebreitet werden, über diese legt man Reisholz, worauf die aus Stein oder Kiesel bestehende Füllmasse der Senkfaschinen geworfen wird; darüber werden abermals Reiser gelegt, und jetzt ziehen die Arbeiter die Wippenbände so zusammen, wie diefs im 180. §. angegeben ist. Dann werden die Unterlaghölzer oder Hebel in die Höhe gewuchtet, und die Senkfaschinen stürzen in den Strom. So werden also die Senkfaschinen verfertigt, und mehrere übereinander ins Wasser geworfen, bis die obern die Oberfläche des Stromes erreicht haben, und der Anfang des Separationswerkes mit Ausschufslagen gemacht werden kann.

Die Senkfaschinen müssen auch auf die Enden solcher Bauwerke, mit denen man die Flufsarme nicht gänzlich zuschliefst, §. 174., befestigt, dann überdiefs mit Wippen überzogen, und mit Steinen beschwert werden, damit der durch die Oeffnung ziehende Strom die zwo Enden der Faschinenbaue nicht unterwasche und beschädige. Die mit Steinen gefüllten Senkfaschinen drücken nämlich den Faschinenkörper auf das Bett des Flusses, vermehren also die Stabilität des Bauwerkes. Ja, wenn dieses auch eine Unterspühlung seiner vordern Grundlage erfährt, so kann es doch nicht zerstört werden, sondern es senkt sich in die Tiefe hinab. Diese Methode habe ich bey der Korrection des Donauflufses unterhalb Lauingen angewendet.

§. 188. Die Methode: mit Senkfaschinen den Anfangspunct eines Faschinenbaues im Strome zu bilden, ist vorzüglich daselbst sehr anzurathen, wo man ein Separationswerk über eine in einem Flufsaste die Schiffahrt verhindernde Sandbank bauen, folglich da, wo man nachher, wenn diese Sandbank durch die Beschränkung der Mündung dieses Flufsastes fortgetrieben ist, die Wurzel des Separationswerkes legen soll, und wo auf dieser Stelle noch eine zur Schiffahrt genugsam tiefe Rinne erhalten werden mufs. Ein Fall, der bey dem grofsen zwischen der Waal und dem Pannerdenschen Kanal, gelegten Separationswerke A A Tab. 24. Fig. 3. statt fand. Daselbst mufste nämlich zwischen A und F ein Fahrwasser für die in den Pannerdenschen Kanal hinein gehenden Schiffe offen gehalten werden. Hier hätte man also die Methode *mit dem Strom* zu bauen füglich anwenden mögen.

Bey der Verfertigung des Kopfes der Separationswerke, Fig. 12. Tab. B., mufs aber der Werkmeister mit vorzüglicher Vorsicht verfahren, defshalb auf die Einzieh- und Spreitlagen, die Wippen, nur auf einen Schuh Abstand, und zwar in derjenigen Rundung, die dem Kopfe gegeben werden soll, legen; diese Wippen aber so lang, als möglich machen, damit sie die Festigkeit des Baukörpers formiren. Wo der Eisgang

heftig ist, mache man anf der oberfläche eine verzäunnng, fülle die zwischenräume der zäune mit grofsen steinen und formire gleichsam ein pflaster, in dessen zwischenräume kleinere steine eingekeilt werden.

§. 189. Alles, was ich noch über die böschung und stärke, sowohl der separationswerke, als der kribben sagen könnte, ist bereits im vorigen kapitel vorgetragen worden.

§. 190. Am schwierigsten ist die ausführung der zukribbungs - oder enclavirungswerke, weil dadurch der strom dergestalt aufgestauet wird, dafs er entweder einen flufsarm, oder die gesammte flufsbahn verlassen, und einen andern weg nehmen mufs. Die erste regel dabey ist: dafs man da, wo die zukribbung stromabwärts an das ufer angeschlossen werden soll, ein solches separationswerk anlegt, welches dem angriffe des durch die zuschlufs - oeffnung der zukribbung fliessenden stromes, dergestalt widerstand leisten kann, dafs selbst der theil des flufsbettes, auf welchem das seperationswerk liegt, sich nicht mehr vertiefen könne. Wenn man also, nach art des kribbenbaues, mit dem bau, welcher einen stromarm abdämmen soll, soweit gekommen ist, dafs der strom von demjenigen ufer, auf welchem es endigen mufs, einen abbruch verursachen könnte; dann mufs dieses ufer mit einem separationswerke, welches mit grofsen senkfaschinen zu beschweren ist, gedeckt werden. Darauf wird der Ingenieur soviel senkfaschinen befestigen lassen, dafs dieselben bis zur tiefe des bettes hinabreichen, wenn der faschinenkörper, worauf sie liegen, sich unter wasser senkt.

Die zweyte regel ist, dafs die spreitlagen des untern theiles, d. i. des nach dem zuzudämmenden flufsarme gekehrten theiles des faschinenbaues, stets früher beschwert werden müssen, als die des gegen den strom gekehrten theiles, damit dem strome gewisser maassen eine stützwand entgegengesetzt werde. Ist man mit dem von oben herabgeführten bau soweit gekommen, dafs das flufsbett stark ausläuft, alsdann mufs gegen den strom zu, vor der directionslinie hinaus, gebauet werden, wie diefs die linie N. K. fig. 6. tab. 4. zeigt, damit der strom von dem zuschlufse entfernt werde, und sich der von oben herabgeführte baukörper an das separationswerk oder den kopf m B, vom strome, angedrückt werde. Diese vorschriften gelten für solche zukribbungen, wie die des Honneffer rheinarmes, tab. 4., wo man dieselben weit strom aufwärts anfängt und wo die enclavirung unter einer schiefen richtung mit dem stromstrich aufgeführt wird.

Da es aber in den meisten fällen zweckmäfsiger ist, die enclavirung unter einem rechten winkel mit der flufsbahn des zuzubauenden flufsarmes anzulegen, wie diefs fig. B. tab. 20. zeigt, so fange man in diesen fällen zuerst die zukribbung bey ihrer wurzel an, führe dann das schöpfwerk d k gegen den strom, soweit als es die im §. 176. aufgestellten rücksichten erheischen, belege die innere böschung und besonders den kopf dieses schöpfwerkes mit senkfaschinen, damit der von der encla-

virung darauf geworfene strom das Bett, in der Nähe des Bleswerkes, nicht sehr vertiefen könne; fahre dann mit der Enclavirung k f l dergestalt fort, dafs sie sich an dem Kopfe des Schöpfwerkes k b anlehnt, und verbinde endlich beyde Werke nach Art des im 183. §. gelehrten Faschinenbaues. Diefs ist die sicherste, bequemste und mindest kostbarste Methode, zur Zudämmung grofser Flufsarme! Eben diese Regel, mit dem von oben strom abwärts zu bauenden Enclavirungswerke, dem Schöpfwerke vorbeyzugehen, mufs auch daselbst angewendet werden, wo man einen Flufsarm mit einem Faschinenbau nicht gänzlich abschliefst, sondern noch eine Oeffnung läfst, §. 174. Es mufs nämlich dasjenige Faschinenbauwerk, welches den Strom dem Durchstiche oder dem künftigen Flufsarme zuwerfen soll, mit seinem Ende in solcher Richtuug gelegt werden, welche nicht auf das gegenüberliegende Schöpfwerk, sondern oberhalb vor demselben vorbeygehen würde, wenn man es fortsetzen wollte. Eine Maafsregel, die ich auch bey der, zwischen Lauingen und Dillingen gemachten Korrection Tab. E. mit dem befsten Erfolge angewendet habe.

Da ich bis jetzt 32 Enclavirungen an dem Rheine, der Donau, der Iller, dem Lech, der Isar und dem Inn ausführte, so kann ich bestimmt versichern, dafs wenn man diese aus der Erfahrung abgeleiteten Maximen befolgt, und den Faschinenbau, so wie ich es in den vorletzten §. §. gelehrt habe, in Anwendung bringt, seinen Zweck erreichen werde.

§. 191. Als Erläuterung will ich also die Ausführung einer der gröfsten Zukribbungen, die je an Flüssen gemacht worden sind, beschreiben. Es ist die von mir im Jahre 1790 ausgeführte Enclavirung des Hauptarmes vom Rhein bey dem oberhalb den Siebenbergen liegenden Dorfe Honneff. Siehe Tab. 4. Man sehe diese Gegend auch auf der von mir aufgenommenen topographischen Karte des Herzogthums Berg, die ich in vier Blättern (grande aigle Format) habe stechen lassen.

Als die grofse Kribbe von A bis h, $4\frac{1}{2}$ Schuh über den niedrigsten Wasserstand, auf 1008 Schuh Länge, am 28. April 1790, aufgeführt war, fand ich die Anlage des Separationswerkes oder Anschlufskopfes B, an der obern Spitze des Grafenwehrts, nothwendig, weil sonst diese Insel vom Strome fortgeführt worden wäre, je näher ihr dieses Enclavirungs-Werk A. B. kam. Vor dem Grafenwehrt lag eine grosse Sandbank d. b. die vom eingeengten Strome fortgeführt wurde, und der zwischen d. q. Fig. 3., als die Zukribbung bis d genommen war, eine Tiefe von 36 Schuh da auswühlte, wo die Sandbank vorher gelegen hatte. Nachdem dieselbe vom Strome fortgerissen war, dem ich sie Preis geben mufste, um dem Baue selbst eine gröfsere Stärke, durch die Gröfse seiner Masse, zu verschaffen, und andern Theils des durch die Zuschlufs-Oeffnung fallenden Stromes von dem Ufer oberhalb n abzuhalten, so legte sich der Anschlufskopf von m B nach der Lage q B Fig. 3.; beschützte die Insel, bildete also einen festen Punct, gegen welchen an, gearbeitet werden konnte.

Das Hauptwerk wurde jetzt von h bis i, ohne Hindernisse, fortgesetzt, so dafs es bereits eine Länge von 1140 Schuh erreicht hatte, ehe eine Vertiefnng bey dem Puncte e des Bettes merkbar wurde. Jetzt nahm aber die Geschwindigkeit des Stromes dergestalt zu, so dafs, je nachdem der Bau gegen das Grafenwehrt oder B vorrückte, die Tiefe sich vermehrte.

Bis zu dem Punct h Fig. 3. hatte ich die obere Breite der Enclavirung 18 Schuh und die Böschungen 1½ Schuh, auf jeden Schuh Höhe, machen lassen. Von hier konnte ich aber diese Stärke nicht beybehalten, weil eines Theils die Faschinen nicht beyzubringen waren, andern Theils der Bau noch 1½ Jahr länger gedauert haben würde, wenn ich ihm diese Stärke gegeben hätte, und weil endlich, wenn er vor dem Winter nicht zum Schlufs kam, von den Eismassen beschädigt werden konnte. Ich beschlofs daher der obern Breite dieses Baues nur 10 Schuh zu geben, und nach Vollendung des Zuschlufses ein oben 8 Schuh breites Werk anbauen zu lassen. Diese mit einer so geringen Stärke des Baukörpers glücklich ausgeführte Unternehmung gibt einen unumstöfslichen Beweis von der Vortrefflichkeit des Faschinenbaues; denn die Enclavirung hatte 1½ Jahr dem Angriffe der Eismassen mit der geringen Kronenbreite widerstanden, ehe die Verstärkung ausgeführt werden konnte.

Anfangs Septembers 1790 fieng bey dem Zuschlufse der beschwerlichste Bau an. Da die Oeffnung n m Fig. 3. und 4. nur noch 120 Fufs weit war, so nahm die Geschwindigkeit, womit der Strom durch diese Oeffnung schofs, dergestalt zu, dafs sie 11 Schuh in der Secunde betrug. Der Stromzug durch diese Oeffnung war so gewaltig und erstreckte sich so weit in den mittlern Arm hinein, dafs die Schiffe, welche vor dem Werke 216 Fufs vorbeyfuhren, in den rechten Arm hineingezogen wurden. Ja! die Zusammenziehung des Wasserstrahls und die Rapidität des durch die Oeffnung brausenden Wassers war so stark, dafs noch bey e N (auf der Stromkarte Tab. 4.) 624 Fufs von der Oeffnung, ein beträchtlicher Uferabbruch entstand, und das durch sie strömende Wasser beobachtete die Richtung von b nach N, welche durch die drey fein gezogenen Linien angedeutet ist. Das durch die Oeffnung strömende Wasser-Volumen betrug, nach einer ungefähren Berechnung, mehr als dasjenige, welches der Strom bey gleicher Wasserhöhe, in den rechten Arm geführt hatte, als die Kribbe nur erst bis zum Puncte g aufgeführt war. In der That eine merkwürdige Einschlürfung des Stromes in den Honneffer Flufsarm! Die Geschwindigkeit des durch die Oeffnung strömenden Wassers nahm erst unterhalb N merklich ab: denn da betrug sie noch 6 Fufs in der Secunde. Alles Material, das von der Bank T (sie ist auf der Karte Tab. 4. mit einer punctirten Linie so begrenzt, wie sie vor dem Anfange des Baues existirte) abgerissen ward, trieb der Strom durch die Oeffnung, unter der es dann von einem heftigen Widerstrome, der sich in vielen Wirbeln kreisete, bis O fortgeführt wurde, wo es liegen blieb. Diese Bemerkung ist für die Prac-

tik sehr wichtig, denn das in o niedergesetzte Material deckte die innere Dossirung der Zukribbung, gegen den Angriff des heftigen Widerstromes.

Die Schwierigkeiten, den Bau zum Schlusse zu bringen, stiegen nun mit jedem Tage, je nachdem die Oeffnung enger ward. Man sah sich also genöthigt, die gerade Richtung mit der Kribbe zu verlassen, und dem Strome nach einer schrägen n k (Fig. 6.) entgegen zu arbeiten. Dadurch glaubten in meiner Abwesenheit die Werkmeister, daſs hiedurch das Unterspühlen des entgegengesetzten Kopfes m B, den sie mit Unkel-Steinen, von denen einige 800 Pfund wiegen mochten, beschwert hatten, zu verhindern. Dieſs alles war jedoch nur ein schwaches Hülfsmittel, um einen Strom abzulenken und ihn in seiner Wuth zu schwächen, der vor dem Werke zwey Schuh höher stand, als im zuzuschlieſsenden Arme, und dessen Schnelligkeit, wie gesagt, eilf Schuh betrug. Die Steine, womit der Kopf m B beschwert war, stürzten da in die Tiefe hinein, der Kopf sank so in wenig Tagen 20 Fuſs unter Wasser, und es war sehr wahrscheinlich, daſs der Strom seine Kraft immer weiter gegen das Gravenwehrt fortgesetzt haben würde, nach Maaſsgabe die Enclavirung avancirte. Dieſs Uebel ward durch die steinerne Krippe z, welche den Abfluſs des Wassers in den mittlern Arm hinein behinderte, und die einen Aufstau bildete, und so es dem Wasser erleichterte, aus dem Strome in die Oeffnung hinein zu stürzen, noch sehr vergröſsert.

Unter diesen Umständen traf ich Ende August 1790 den Bau an, als ich hinauf gereiset war, um die Anordnungen bey dem Zuschlusse zu treffen, da ich von dem Gange des Baues täglich durch schriftliche Rapports unterrichtet wurde. Ich lieſs daher groſse Faschinen von 18 Fuſs lang und 3 Schuh im Durchmesser mit Basalt-Steinen füllen (jede mochte 40 Centner wiegen) und 3 mit Weidenbänden zusammen knebeln. Sie wurden auf tannenen Bäumen verfertigt, die man an dem hintern Ende in die Höhe hob. So wurden sie versenkt. Indem ihre Versenkung geschah ergriff sie aber der gewaltige Strom, und schleuderte sie in die Oeffnung hinaus nach d. Dieser Vorfall war in der That sehr bedenklich und erforderte alle Vorsicht, denn aufgeben durfte ich die Arbeit nicht, da der Strom bereits zu wachsen anfieng, und auch die Nachrichten von der Mosel und dem Ober-Rheine einen höhern Strom verkündeten. Die Vorschläge der Werkmeister, die sich auf Versenkung mit Steinen gefüllter Nachen bezogen, konnte ich so weniger annehmen, als schon aus der Erfahrung bekannt war, daſs diese Methode groſse Oeffnungen in das Werk verursacht, und daſs verschiedene Schiffe versenkt werden können, bevor eines auf die Stelle kommt, wo man es haben will. Ich schritt also zu folgender Methode: Erstens wurde der Anschluſs so schnell als möglich mit Faschinen, dem Wasser gleich, aufgearbeitet, während der Zeit wurden 22 solcher Senk-Faschinen mit Unkel-Steinen gefüllt, deren Länge 18 Schuh betrug, diese wurden nun queer über den Anschluſs m B gelegt, und auf denselben mit Wippen und Pfählen befestigt. Am 3. September war diese Arbeit vollendet; die Senk-Faschinen lagen drey Schuh über dem Wasser; am Abend hatten

sie das Faschinen-werk bereits $5\frac{1}{2}$ schuh unter den wasserspiegel hinunter gedrückt. Am dritten Tage nachher konnte, wegen des rapiden stromes, die Tiefe nicht mehr sondirt werden: die schwerste Peilstange brachte man nicht hinab, und ein unkel-stein, der 2 centner wiegen mochte (der an einem seile befestigt wurde), wich auch der Gewalt des stromes aus, und fiel nicht auf den Boden. So viel konnte indessen aus der Richtung des stromes geschlossen werden, indem er nicht mehr so heftig von der oeffnung angezogen wurde, dafs die senk-Faschinen den Anschlufs beschützten, und keine unterwaschung desselben zuliefsen. Es wurde also auch die Nacht vom 3. auf den 4. september fortgefahren, bey Pechkränzen, zu arbeiten, welches bereits 8 Nächte geschehen war. Unglücklicher weise stieg indessen der Rhein, um am 5. september mufste das werk dem strome überlassen werden. Diefs konnte nun ziemlich unbesorgt geschehen, da der Anschlufs befestigt worden war, und der Erfolg mittelst den ungeheuren senk-Faschinen, die nur Einen Körper bildeten, und wenigstens eine Last von 800 centner betrugen, den Absichten entsprechen mufste. Die Arbeit wurde indessen doch, sobald es thunlich war, wieder angefangen, und am 10. october kam sie glücklich zum schlusse.

Ich kann hier nicht unbemerkt lassen, dafs der strom endlich, als die oeffnung klein ward, seine Gewalt verlohr, und so wurde die zuschliessung bey einem schwachen strome, der kaum eine Geschwindigkeit von 2 Fufs in der secunde hatte, vollzogen.

§. 192. Wiewohl ich in der Folge noch Gelegenheit haben werde, in der geschichtlichen Darstellung der Flufsbauten einige Bemerkungen über die zudämmung der Flufsarme zu machen, so glaube ich doch, dafs es hier der ort sey: über die zudämmung eines unter culenburg am spoel, Tab. 36., von den Eisgängen des Lecks in Holland, im winter 1795, verursachten Dammbruches, der sich in einen strom formirte, die Beschreibung aus dem Rapport, den die Ingenieurs Goudriaan und conrad abstatteten, entlehnen zu müssen. Die Ausführung dieses 33402 fl. erforderten Baues, war so wichtig, dafs man noch zwey wasserbaukundige, Engelmann und verhay, dabey anstellte. Zuerst wurden Anfangs März 1794 die Deichenden mit einem Bleswerk h. i., und mit Berauhwehrungen, gegen das fernere Abspühlen gesichert, dann wurde am Lande ein mit Tauen und Pfählen aufs sorgfältigste befestigtes, mit ziegelgraus, Erde und sand beschwertes sinkstück a gemacht und versenkt. Nachdem dieses den lockern sandgrund gegen ferners verlaufen sichernde sinkstüsk auf dem Boden lag, wurde der Faschinenbau b. bis zum sinkstücke a. Fig. 2. und 3., und in derselben Richtung, worin der Deich gelegen hatte, fortgesetzt, über dieses sinkstück wurden aber am Ende des Deiches noch zwey kleinere sinkstücke geworfen, und der Bau so fortgesetzt, wie es Fig. 4. zeigt. Das durch die oeffnung c fallende wasser strömte über das sinkstück, und indem man fortfuhr, darüber, nach Art des Kribbenbaues, zu bauen, wurde am 23. April die oeffnung geschlossen, nachher aber der Faschinen-

bau, welcher oben eine Breite von 36 Fuſs erhielt, wie es Fig. 5. bey D zeigt, bis auf 13 Fuſs am Culenburger Pegel erhöht. Dessen äussere Lagen beschwerte man mit Ziegelgraus und Sand, die innern Lagen mit Klay - oder schlickerde, und stürzte von demselben Erde und Sand herab, welches Material das Wasser in die Zwischenräume des Busches einschlemmte. Ein vortreffliches Mittel, um dergleichen Werke dicht und compact zu machen. Nachdem dieses Faschinenwerk am 9. May geendigt war, wurde bey A (Fig. 5.) Landeinwärts, Erde, der vordere Theil B mit guter Deicherde, aufgekarrt. Da es an dieser mangelte, so bediente man sich binnenwärts, zur Verstärkung C, des Sandes, worauf wieder Erde I und endlich eine Klaylage F gebracht wurde.

Diese Zukribbung war deſswegen beschwerlich, weil sie während dem hohen Stande des Stromes bewerkstelliget werden muſste; der mit solcher Heftigkeit durch die Deichöffnung floſs, daſs die Tiefe da, wo der Faschinenbau B. Fig. 4. aufgeführt wurde, von vier und zwanzig bis zu vier und dreyſsig Schuh zunahm.

Dieſs wären also die vorzüglichsten Methoden, welche ich zum Zuschluſse der Strom-Aerme anempfehlen zu müssen glaube; wobey ich noch im Allgemeinen bemerke, daſs alle Faschinen nur vom Werkmeiser geworfen werden müssen.

§. 193. Da ich der Sinkstücke bereits öfters erwähnt habe, so will ich hier, aus dem ersten Bande der ersten Auflage, diejenige Beschreibung, welche der verewigte adjungirte General - Aufseher von den Wasserbauwerken in Rhynland, Conrad, mir in holländischer Sprache mittheilte, entlehnen. Diese Beschreibung lautet so: „Da man in den *untern* holländischen Flüssen, wo Ebbe und Fluth statt findet, den an den *obern* Flüssen mit so grossen Vortheilen in Ausübung gebrachten Faschinenbau nicht wohl in Anwendung bringen kann, weil der Ebbe - und Fluthstrom innerhalb 24 Stunden einmal an der einen und dann an der andern Seite der Bauwerke seine Gewalt ausübt, so hat man die sogenannten Sinkstücke erdacht. Dieselben sind indessen vorzugsweise bey den Seeuferbauten in Gebrauch! Darunter wird ein Baukörper verstanden, der aus zwey von Wippen gemachten Rösten oder Gitterwerken besteht, zwischen welchen beyden Rösten das Buscholz oder die Faschinen gelegt werden: siehe Fig. 4. Tab. 20.

Die Länge und Breite eines Sinkstückes richtet sich nach der Tiefe, die ausgefüllt werden soll. So muſs z. B. ein von Sinkstücken aufgeführtes Bauwerk bis zur Höhe des niedrigen Wasser reichen, eine Breite von 18 Fuſs haben. Ist nun die Tiefe 16 Fuſs unter dem niedrigen Wasser, so würde man, um dem Werke an beyden Seiten auf einen Fuſs Höhe auch einen Fuſs Dossirung zu geben, das unterste oder erste Sinkstück 50 Fuſs breit machen müssen. (*). Die Dicke ist gewöhnlich 4 bis 6 Fuſs, etwas mehr oder weniger, wie es sich am besten schickt, um die bestimmte Höhe von dem niedrigen Wasser, und die erforderliche Breite zu erhalten. Sie wird

(*) Die Sinkstücke werden in Holland gewöhnlich 36 Schuh breit und 72′ lang gemacht; die kleinern erhalten eine Länge von 24, und eine Breite von zwanzig Schuh. Anm. d. Verf.

zuweilen in einem und demselben Stücke, nicht überall gleich, sondern die Figur desselben nach dem Loche gemacht, welches man ausfüllen wil'.

Ich komme jetzt zu der eigentlichen Beschreibung eines solchen Sinkstückes. Zuerst sucht man nahe bey dem Werke, wo dasselbe versenkt werden soll, eine schickliche Stelle, auf der es verfertigt, und von der es hernach bey hohem Wasser flott gemacht, und nach der bestimmten Stelle geführt werden kann. Ist ein solcher Platz nicht vorhanden, so mufs das Ufer durch Abgrabung dazu geschickt gemacht werden. Alsdann wird zuerst das unterste Rostwerk a (Fig. 4. Tab. 20.) gemacht. Dieses besteht aus kreuzweise über einander, und von Mitte bis zur Mitte 3 Fufs von einander gelegten Wippen. Damit bey der Versenkung auf den Boden des Flusses keine Höhlungen kommen, woraus Unterwaschungen entstehen würden, mufs die Vorsicht gebraucht werden, diejenigen Wippen, welche queer vor dem Strome kommen sollen, zu unterst zu legen. Da, wo diese kreuzweise gelegten Wippen auf einander kommen, oder sich kreuzen, werden sie durch zwey starke Bänder von Weiden zusammen gebunden. Ueberdiefs wird rund um den Rost an ein jedes solcher Kreuze noch ein kleines Seil b, ungefähr ½ bis ¾ Zoll stark im Umfange, und inwendig in dem Rostwerke alle 9 Fufs von einander ein solches Seil c befestigt. Diese Seile müssen so lang seyn, dafs sie, wenn das Sinkstück die bestimmte Dicke erhalten hat, wo die Wippen des obersten Rostwerkes sich kreuzen, noch mit zwey halben Stichen (hol. met twee halve Stecken) kreuzweis um dieselben befestigt werden können; wodurch denn der unterste Rost mit dem obersten verbunden wird. Die Seile c innerhalb des Rostes müssen daher an Pfähle, die in die Kreuze gesteckt sind, befestigt werden, damit, wenn das Sinkstück seine Dicke erreicht hat, die Enden derselben, zu der eben erwähnten Befestigung an den obersten Rost, gebunden werden können. Die Seile b, am Rande des Rostes, werden auswärts auf den Boden gelegt. Wenn das Sinkstück grofs gemacht werden soll, so werden an den untersten Rost auch noch die Ringe oder Kränze d von Seilen (*), um gröfsere Seile zum Versenken da durchziehen zu können, befestigt; bey kleinen Sinkstücken aber geschieht diefs blofs an den obersten Rost. In beyden Fällen aber werden sie in einer solchen Entfernung von den Enden fest gemacht, dafs das Sinkstück an den hierdurch gezogenen Seilen balancirt werden kann. In gewöhnlichen Fällen ist auf diese Weise das unterste Rostwerk abgemacht (hol. In ordinaire gevallen is op deeze wyze het onderste roosterwerk afgemaakt). Wenn aber ein Sinkstück vorzüglich dazu dienen soll, das Verlaufen von losem Grund und Sand zu verhindern, so wird an der untern Seite, zwischen jeder der untersten Wippen, noch eine starke Stange oder Bohnenstacken (hol. gard of Boonstaak) befestigt, um das Durchbiegen des Rohres (Blabdriet), womit die untersten Wippen, gleich ehe noch

(*) Diese Kränze habe ich auch von Tannenwurzeln und Weidenreisern machen lassen. Letzsere auch zu den Bänden c gebraucht, womit man, die zwo Roste zusammen bindet. Anm. d. Verf.

(**) Anstatt des Rohres kann auch Reisholz gebraucht werden.

die Kreuz - oder obersten Wippen darauf kommen, belegt werden, zu verhindern. Wenn der unterste Rost auf diese Weise fertig ist, so werden die Faschinen auf folgende Art aufgelegt: Es wird nämlich mit dem Legen der Faschinen an einer Seite angefangen, und zwar an einer von denen beyden gegenüber stehenden Seiten, wodurch diejenigen Wippen des Rostwerkes, über welche die erste Faschinen-Lage No. 1. (Tab. 20. Fig. 4.) ins Kreuz gelegt werden soll, zu unterst an diesem Rostwerke ist, und wodurch also die obern Wippen mit diesen zu legenden Faschinen parallel zu liegen kommen. Die Zeichnung stellt dieses ganz deutlich dar. Diese erste Faschinen - Lage wird mit dem Sturzende nach aufsen gelegt, so dafs sie 9 Zoll über die Wippe hervorsteht. Die zweyte Lage (No. 2.) wird 3 Fufs eingezogen, so, dafs sie mit dem Sturzende auf die folgende Wippe zu liegen kommt, und gleichfalls die Spitzen nach innen hat. So wird die folgende und alle übrigen Lagen jedesmahl 3 Fufs eingezogen, und behalten die Spitzen immer dieselbe Richtung wie die der erstern Lagen. Auf diese Weise wird so lange fortgefahren, bis die Spitzen die gegenüber liegende äufserste Wippe erreichen. Alsdann wird längs dieser äufsern Wippe auch eine Faschinen - Lage (No. 3.), jedoch mit dem Sturzende nach aufsen gelegt. Hernach kommt auf die zweyte Wippe, 5 Fufs weiter, wieder, nämlich, eine zweyte Faschinen - Lage (No. 4.) auch mit den Spitzen wieder einwärts, und diefs geht mit No. 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11., 12. so vorwärts, bis auch bey dieser zweyten Ueberdeckung auf eine jede Wippe, aufser auf der letzten, eine Faschinen - Lage kömmt. Bey dieser Art, die Faschinen zu legen, kommen die Sturzenden alle oben und die Spitzen unten, welches deswegen nöthig ist, um den Grund desto besser zu bedecken, damit das Sinkstück recht dicht auf dem Boden anliegt. Auf diese zweyte Ueberdeckung wird hernach eine auf dieselbe Weise verfertigte, aber ins Kreuz, wovon No. 13. und 14. zwey Faschinen - Lagen anzeigen, gelegt; und auf diese kommt wieder eine Kreuz - Ueberdeckung, wovon No. 15., 16., 17., 18., 19., 20., 21, 22. und 23. einen Theil der verschiedenen Lagen anzeigen. Hierauf kommen zwey andere Kreuz-Ueberdeckungen, so wie die beyden ersten waren, und so wechselt diefs immer ab, und wo bey einer jeden Ueberdeckung immer eben dasselbe, wie bey den erstern, zu beobachten ist. Die letzte oder oberste Ueberdeckung wird aber so gelegt, dafs die Spitzen oben, und die Sturz - Enden unten kommen, damit das oberste Rostwerk überall gleich aufliegen könne. Defswegen mufs mit dieser Ueberdeckung aus der Mitte des Sinkstückes angefangen, so lange aber mit jeder Lage jedesmahl drey Fufs zurück gegangen werden, bis die Sturzenden neun Zoll über die Wippen gekommen sind.

Auf diese Weise wird fortgearbeitet, bis das Stück seine bestimmte Dicke hat, wo alsdann der oberste Rost e, der auf dieselbe Art wie der unterste verfertiget ist, darauf gedeckt wird, so dafs die Wippen queer über das Buschwerk gelegt werden.

In jedes Kreuz des obersten Rostes wird ein kleiner Spickpfahl geschlagen, der aber nicht länger seyn darf, als das Stück dick ist, um es an den Boden nicht fest zu schlagen, oder das überall gleiche Aufliegen auf den Boden, wo es versenkt wer-

den mufs, durch das Hängenbleiben auf den Pfählen, nicht zu verhindern. Rund um das Sinkstück herum, und da, wo in der Mitte des untersten Rostes, die oben beschriebenen Seile befestigt sind, läfst man die Pfähle einen halben Fufs über die Wippen hervorstehen, woran alsdann die mehr erwähnten Seile des untersten Rostes, nachdem sie zuvor kreuzweise um die obersten Wippen geschlagen, und fest angezogen sind, mit zwey Stichen fest gemacht werden. Ferner werden, zur bessern Verbindung des Ganzen, durch den obersten Rost in jeder Quadrat-Ruthe noch zehn kleine Pfähle geschlagen.

Wenn das Stück so weit fertig ist, dann kann es mit der folgenden Fluth schon flott, und das noch fehlende, wenn es auf dem Strome liegt, in Ordnung gebracht werden, wo man es dann bey niedrigem, das ist, mit stillstehendem Wasser, ehe die Fluth anfängt, versenken kann.

Um das Sinkstück völlig fertig zu machen, werden die sogenannten Gangboorden oder Verzäunungen, die aus zwey hohen Zäunen f bestehen, darum gemacht, wovon der eine auf die äufsere, und der andere auf die zweyte Wippe, drey Fufs vom Rande, kömmt, welche etwas hineingesteckt werden. Nachdem das Stück grofs ist, werden noch ein oder zwey Kreuzzäune, Fächerweise, angebracht. Alles dieses dient das Beschwerungsmaterial, womit das Stück versenkt werden soll, einzuschliefsen, und aufzuhalten.

Endlich werden an den vier Ecken, neun Fufs von den äufsern Seiten, in h 30 bis 40 Stück Pfähle eingeschlagen, um daran die Ankerseile, womit das Sinkstück gegen den Strom gehalten wird, fest zu machen, und es auf die bestimmte Stelle bringen zu können. Wenn dieses alles verrichtet ist, so ist das Sinkstück so weit fertig, dafs es nach der verlangten Stelle, wo man es versenken will, gebracht werden kann.

Ehe ich die Art zu versenken beschreibe, mufs ich noch bemerken, dafs man auf Stellen, wo nichts als blofs Erde oder Sand zu haben ist, der dem Strome nicht widersteht, und man also genöthiget wird, das Stück blofs mit Steinen zu beschweren, um es zu versenken, dafs man auf solchen Stellen bey der Verfertigung der Stücke zwischen den verschiedenen Lagen überall Sand oder ein schweres Material, welches zu haben ist, thut, um es hierdurch schon einigermaafsen zu beschweren, wodurch das Stück auch zugleich mehr Dichtigkeit und Solidität erhält, indem der Strom das Material zwischen dem Holze recht zusammen prefst.

Wenn nun das Sinkstück nach dem Platze, wo es versenkt werden soll, dessen Tiefen zuvor gemessen und durch ausgesteckte Linien genau bestimmt wurden, gebracht ist; so nimmt man gewöhnlich vier mit Ziegelgraus beladene Fahrzeuge, deren Gröfse sich nach der Gröfse und Schwere des Sinkstückes, in so fern richten mufs, dafs dasselbe, während es belastet wird, einige Zeit durch die, an diesen Schiffen, angebrachte Senklinien erhalten werden kann. Kann man aber die Sinkstücke mit

grobem Grande oder Kiesel und mit grofsen steinen beschweren; so wird natürlich kein ziegelgraus gebraucht. Der Kiesel, wie der grobe Flufssand, ist auch defswegen sehr gut zu diesem Behufe, weil er durch die obern Lagen hindurch rieselt, und jeden zwischenraum ausfüllt. Da aber in Holland kein grober Grand und kleine steine anzutreffen sind, so mufs man sich öfters des ziegelgrauses bedienen.

Andere vier Fahrzeuge nehmen die Ankertaue, welche an den auf dem sinkstücke in h, geschlagenen, Pfählen befestigt sind, auf, und so bringt man das stück genau auf die stelle, wo es liegen soll. Jedes Fahrzeug nimmt alsdann zwey senkleinen, welche durch die Ringe oder Kränze d gezogen, und an die wrangen (Bolders), eines vorne und das andere hinten, befestigt sind. Ueberdem geben diese Fahrzeuge sich ein sogenanntes scheerseil (scheerlyn), wodurch dieselben noch unbeweglicher auf ihren Plätzen liegen bleiben, und woran auch zugleich die kleinern mit Ballast beladenen Fahrzeuge ihre Taue fest machen können, um auf ihren bestimmten Plätzen, noch auszuladen, wenn auch das stück bereits gesunken und unsichtbar geworden ist.

Wenn die Fahrzeuge, so viel ihrer Platz haben, mit dem Ballaste, womit das stück versenkt werden soll, rund um dasselbe gefahren sind, so wird es allmählig beschwert, wobey aber noch einige Menschen auf demselben bleiben, um den Ballast gleichförmig zu vertheilen, und vorzüglich dafür zu sorgen, dafs die Ecken hinlänglich beschwert werden.

Die senkseile bleiben an den vier grofsen Fahrzeugen selbst dann noch fest, wenn schon einige von den kleinen Fahrzeugen über das stück fahren, ihren Ballast gleich vertheilen zu können; da alsdann mittlerweile die senkseile von dem immer schwerer werdenden stücke stark angezogen werden. An einem jeden dieser senkseile ist ein erfahrner Arbeitsmann gestellt, der das eine Ende dieses seils, welches blofs ein einzigesmahl um den wrangen (Bolder) des Fahrzeuges gewunden ist, in der Hand hält, indem das andere Ende an demselben fest gemacht ist. Wenn auf diese weise alles in Bereitschaft ist, so wird das zeichen zum versenken durch das Rufen (overal) ueberall gegeben. Die ganze Flotte von Fahrzeugen fängt alsdann sogleich an, ihre Ladung auf das sinkstück zu werfen, und die, welche an den senkseilen stehen, lassen dieselben minder oder mehr nach, je nachdem das stück an ihrer seite minder oder mehr sinkt, welches an den Pfählen, die rundum an den äussersten seiten des stücks aufgestellt sind, bemerkt werden kann. Auf diese weise wird das stück in sehr kurzer zeit auf seine stelle, und an den Grund gebracht. (*)

(*) Senkt sich das Stück nach der einen Seite mehr, als nach der andern, so werden die Zugseile, welche an jener Seite angebunden sind, straff angezogen, und so das Stück, soviel als möglich, gehalten. Damit aber die Fahrzeuge, von denen aus diefs Anziehen der Seile geschieht, nicht wasser schöpfen, mufs darin Ballast liegen, den man, je nach dem Erfordernifs als ein Gegengewicht, vertheilt. Anm. d. verf.

Die vier grofsen schiffe bleiben indessen noch vor ihren Ankern und Scheerseilen liegen, da die kleinern inzwischen noch eine Fracht Ballast hohlen, und auf das Stück ausladen; damit dasselbe recht fest auf den Grund zu liegen komme, und mit der Fluth nicht aufgetrieben werden könne. Endlich machen die Schiffe ihre Senkseile los, ziehen sie wieder aus den Oehsen d heraus; die Anker, woran die Schiffe lagen, werden gelichtet, und alles was zum zweckmäfsigen Versenken eines Sinkstückes zu thun nöthig war, ist vollendet.

Die Sinkstücke werden zu allen See- und Flufsbauten, wo Ebbe und Fluth geht, gebraucht, um hiermit die Werke bis zu der Höhe des niedrigsten Wassers anfzuführen. Zu diesem Ende werden zwey, drey oder mehrere Stücke mit gehörigen Einschnitten auf die eben beschriebene Art auf einander versenkt, die Unebenheiten, welche statt haben, wenn das Werk bis zum niedrigsten Wasserstande aufgeführt ist, werden, nach der Art des Kribben-Baues, durch Faschinen-Lagen (Baardlagen) gleich gemacht, und hernach durch Schichten von einem Fufs Dicke, bis zu seiner erforderlichen Höhe gebracht. Um ein merkwürdiges Beyspiel von dem Gebrauche der Sinkstücke zu geben, dient die 5. Figur auf Tab. 20., welche darstellt, wie der Grundbruch, der i. J. 1789 in dem neugemachten Winter-Deich vor der Stadt Axel in Flandern, entstand, mit Sinkstücken neben- und aufeinander, allmählig ist verschlossen worden. Die mittlere Breite dieses Bruches war 20 Ruthen, und die Tiefe 27½ Fufs. Den 30. May desselben Iahres war der Bruch mit den Sinkstücken wieder hergestellt."

§. 194. Solche Sinkstücke können auch auf Rundhölzern, die man nach Art eines Flofses an ihren zwo Enden mittelst zweyer in der Queere gelegten Rundhölzer befestigt, auf dem Wasser selbst verfertigt werden. Ein solcher Flofs wird nämlich zwischen zweyen flachen Fahrzeugen oder Prahmen, dergestalt gehängt, dafs man über diese Fahrzeuge Balken legt, die an dem entgegengesetzten Bord des Prahmens mittelst an diesem eingeschraubten Haltringen befestigt werden, damit sie nicht aufwuchten, wenn das Sinkstück taucht. An die Rundhölzer wird ein von zähen Weiden- oder Tannenwurzeln gemachter Kranz oder Ring befestigt, so wie an dem Balken ein zweyter. Durch diese Ringe wird alsdann ein Seil gezogen, welches zugleich durch die oben bemerkten Haltringe geht. So wie nun das Sinkstück auf das Flofs gemacht, und mit Beschwerungsmaterial bedeckt ist, folglich zu sinken anfängt, werden die in die Ringe gehenden Seile nachgelassen, und endlich aus den, an die Flofshölzer befestigten Ringen herausgezogen, wo eben das Flofs vom Strome unter dem Sinkstück fortgetrieben wird, und zu einem zweyten Sinkstück gebraucht werden kann. Weil aber ein solches Flofs nicht immer vom Strome fortgeführt wird, sondern zum Theil unter dem Sinkstücke liegen bleibt, so mufs man dazu Rundhölzer, die nicht stärker als Hopfenstangen und grün, daher biegsam sind, nehmen. Diese Stangen legen sich alsdann unter das Sinkstück in das Flufsbett oder in das Deckmaterial des bereits eingelassenen Sinkstückes hinein.

Bereits in dem 191. §. habe ich die Methode gezeigt, wie man dergleichen Sinkstücke auch in unsern Flüssen bey Zukribbungen anwenden könne, indem man einige Pfähle in den Fluſs einrammet, um sie auf eine gewisse Stelle herabzulassen. Hier kann ich nun bemerken, daſs, wenn man durch die am Rande des Sinkstückes angebrachten Ringe d d (Fig. 4. Tab. 20.), welche sowohl durch die untern als obern Wippenroste gehen müssen, Pfähle läſst, und solche in den Grund mit Handrammen einschlägt, die Herablassung des Sinkstückes auf die bestimmte Stelle mit Sicherheit geschehen könne. Allerdings kann dieſs aber nur zu einer gewissen Tiefe (etwa zu 30 Schuh) und da, wo der Strom nicht reiſsend ist, bewerkstelliget werden.

Ich muſs hier noch eine Vorsicht anmerken, welche vor Herablassung eines zweyten Sinkstückes befolgt werden muſs. Der Werkmeister muſs nämlich mit einer Peilstange die Lage des zuletzt versenkten Stückes genau untersuchen, damit das folgende Stück auf dasselbe zu liegen komme. Von dem Fahrzeuge aus, das vor Anker liegen muſs, um sich sicher hin und her rudern zu können, woraus er diese Untersuchung macht, lasse er, wenn er eine Ecke des liegenden Stückes mit der Peilstange sondirt hat, einen hinreichend schweren an einem Seil befestigten Stein herab, ziehe das Seil an und befestige an demselben ein Schwimmholz oder eine Tonne. Auf diese Weise werden ihm vier Schwimmhölzer oder Tonnen die vier Ecken des Sinkstückes anzeigen. Ist die Tiefe nicht zu bedeutend und der Boden des Flusses oder der See nicht zu hart, so können dicht neben den vier Ecken des festliegenden Sinkstückes Pfähle, mit der Handramme, vom Fahrzeuge aus, geschlagen werden.

§. 195. Auch die Fluſs- und Seeufer können gegen den Angriff der Wellen mit aus Faschinen gemachten Spreitlagen beschützt werden. Man spreitet nämlich Reiser von deutschen oder Canadaischen Pappeln, oder auch Weiden (die letztern schlagen aber auf der Höhe nicht so gut aus, wie die erstern) auf die Böschung des abgeflächten Ufers, legt dann über diese Spreitlage, in der Queere, auf zwey Schuh Abstand, Wippen, schlägt durch diese aus grünen Pappeln bestehende Spickpfähle, die so lang seyn müssen, daſs sie einen halben Schuh vor den Wippen hervorstehen, zwey Schuh tief aber in den Grund gehen. Anstatt der Wippen kann man sich auch aus Pappeln und Weiden gemachter Zäune bedienen, welche ausschlagen. Die Spreitlage wird sechs bis zwölf Zoll dick gemacht, damit ihre Reiser Loden treiben, nicht mit Kies, sondern mit Erde so weit bedeckt, daſs die Spitzen der Reiser etwas über diese Bedeckung hervorstehen.

Das Ufer muſs zu diesem Ende eine Böschung bekommen, die sich zur Höhe wenigstens wie 1 : 1 und besser, wie 3 : 1 verhält, oder wenn der Wellenschlag dagegen heftig ist, muſs die Böschung noch flächer gemacht werden.

Diese Uferdeckungen oder Berauhwehrungen sind vorzüglich bey solchen Deichen, deren vordere Böschung vom hohen Strom oder vom Wellenschlage abgerissen ist, in Nothfällen, anwendbar. Kann man mit denselben dem auf das damit zu schützen-

de Ufer auffallenden Strom nicht widerstehen, so müssen zwischen den Verzäunungen eckige Steine gelegt werden. Eine Methode, womit ich mehrere Deichsböschungen am Rhein erhalten habe.

§. 196. *Die Schlick- oder Sandfangzäune* (Fig. C Tab. 20.) sind ein wohlfeiles und bequemes Mittel, um die seichten Flußarme, welche bey den niedrigsten Wasserständen trocken liegen, zu versanden, aber mit Schlick zu erhöhen. Auch kann man sich ihrer öfters zur Leitung der Gewässer mit Vortheil bedienen. Man schlägt nämlich Spitzpfähle auf einen Schuh Abstand in den Boden, und flicht um dieselben, mit zwey oder drey Reisern zugleich, einen Zaun, etwa von zwey und einem halben Schuh Höhe. Die Zaunreiser sowohl als die Pfähle müssen von grünen Weiden oder Pappeln seyn, und die Zäunung wird im Herbst gemacht, damit sie im Frühling ausschlägt. Führt der Strom viel Eis, so vollende man die Zäune bis Ende März, damit die ausgeschlagenen Loden den geringen Eisschollen Widerstand leisten.

Damit ein solcher Zaun nicht gleich unterwaschen werde, so mache man da, wo er zu stehen kömmt, eine etwa sechs Schuh breite Spreitlage, befestige darauf zu beiden Seiten des Zaunes eine Wippe, und bedecke dieses, beynahe bis zur Oberfläche der Wippe, mit Kies oder Sand. Statt solcher Flechtzäune kann man auch einige Wippen auf einander legen, und dadurch Pfähle schlagen. Dies könnte man eine Wippenwand nennen. Unter derselben kömmt gleichfalls eine dünne etwa sechs Schuh breite Spreitlage zu liegen.

§. 197. Auch die Pflanzungen sind ein nützlicher Gegenstand für die Flußbaukunde. Wo die Regierung den Vortheil solcher Pflanzungen anerkennt, da werden alle Bauwerke so wie die zur Anhägerung bestimmten oder durch den Flußbau dem Strome abgewonnenen Bezirke bepflanzt. Die Pflanzungen bewirken nämlich die Erhöhung des bepflanzten Bezirks, und liefern für den Wasserbau Faschinen, Wippen- und Pfahlholz. Nach der Erfahrung sollten die niedrigen Bezirke, welche öfters benetzt werden, mit Weiden, die höhern aber mit Pappeln bepflanzt werden. Im Allgemeinen wird die Pflanzung auf zweyerley Weise gemacht: entweder pflanzt man Reihen, oder legt die Pflanzreiser etwas schief, in kleinen, nach Kreisen formirten Gräben, deren Durchmesser drey bis fünf Schuh beträgt. Die allgemeinen Regeln bey den Pflanzungen sind, daß a) jedes Pflanzreis unten spitz und oben schräge zugehauen wird; b) das Loch oder der Graben, worin es zu stehen oder zu liegen kömmt, muß, je nachdem das Terrain fruchtbar und feucht, oder kiesicht und trocken ist, zwey bis drey Schuh tief seyn; c) das Erdreich oder der Kies muß an die Pflanzreise fest angedrückt werden; d) die Pflanzreiser sollten mit ihren Spitzen über das gewöhnliche May-Wasser reichen, wenn es einen Monat andauert, weil sie sonst nicht ausschlagen können; e) die beste Pflanzzeit ist vom Herbst bis Mitte März. Später gegemachte Pflanzungen werden fast immer verdorren, und nicht ausschlagen. f) Da

wo der hohe Strom heftig ist, sind die Pflanzreiser näher zusammen zu stellen, als da, wo er eine geringe Geschwindigkeit hat.

Ich bemerke noch, daſs in einem harten Boden die Pflanzlöcher mit einem Eisen, dessen Länge 4 Schuh, und dessen Dicke 1½ Zoll beträgt, welches unten einen spitzzulaufenden Knopf hat, sich oben aber wie eine Brechstange mit einer platten Gabel endigt, vorgestoſsen werden. Hat ein Arbeiter mittelst des untern Theils von diesem Eisen das Pflanzloch gestossen, und durch Hin- und Herbewegen des Pflanzeisens vertieft und erweitert, so nimmt ein anderer den Pflänzling, setzt ihn in das Loch, während der erstere die Erde oder den Kies mit der Gabel des Pflanzeisens daran anstöſst, indem er dieses umkehrt.

§. 198. Wenn erwogen wird, daſs der Fluſsbaukundige öfters zur Verbesserung der Direction des Flusses genöthigt ist, ganze Inseln fortzutreiben, anderswo die Erhöhung des Fluſsbettes zu bewirken, so kann nicht geläugnet werden, daſs diejenigen Fluſsbezirke, welche einer wasserbauwissenschaftlichen Verbesserung unterworfen sind, und in denen man von Seiten des Wasserbau - Departements Anhägerungen zu machen und zu unterhalten hat, auch diesem Departement unterstehen müssen, sobald die Regierung mit den geringsten Kosten den Fluſsbau betrieben wissen will. Diese Wahrheit hat man in Holland und am Rhein längstens eingesehen, und daher alle die mit Weiden oder Pappeln bewachsenen Inseln, und dem Fluſs durch Wasserbauwerke abgewonnenen und bepflanzten Bezirke, welche dort Wehrder oder Warthen genannt werden, zum Wasserbau bestimmt, ohne daſs dafür eine Ausgabe verrechnet wird.

Es ist unglaublich, welcher Unfug von den mehresten Forstbehörden bey der Benutzung des auf den Inseln und längs den Flüssen stehenden Holzes, zum Nachtheil der Fluſsgegenden und des Staats getrieben wird. Sie bepflanzen Fluſsärme und Rinnen, die man öffnen sollte; ja sie zerstören daselbst die Holzung, wo der Wasserbaukundige sie mit Sorgfalt pflegen würde. Wenige Regierungen haben bis jetzt dieses Uebel mit der Wurzel ausgerissen, weder durch ein Fluſsrecht oder wenigstens durch eine Fluſsordnung die Vorschriften begründet, welche die Wasserbau- und Forstbeamten zu befolgen hätten, noch die Fluſsbauten in Allgemeine-Landesbauten und Localbauten unterschieden. Die Grosherzogl. Hessische Regierung zu Darmstadt hat diesen wichtigen Gegenstand durch eine zweckmäſsige Verordnung, welche nachgeahmt zu werden verdient, festgesetzt. Da, wo derselbe schwankend und durch keine Vorschriften bestimmt ist, kann aber das Wasserbau-Departement auch nicht mit der vollkommensten Oeconomie bauen, und die Flüsse für die Ufer unschädlich leiten, weil es, ohne bestimmte Vorschriften und Gesetze, nicht möglich ist, die nothwendigen Bauten in Vorschlag zu bringen. Wo die Mittel fehlen, kann niemand zur Erreichung der Zwecke Vorschläge machen, ohne sich dem Spiel der Intriganten Preis zu geben, oder bey der Regierung als ein Staatsbeamter geschildert zu werden, der kostbahre Entwürfe mache. In einigen Ländern muſs das Bau - Departement auf die

Bau-Etats die Kosten der Anpflanzungen übernehmen, dazu das Holz an das Forstwesen bezahlen lassen, und dieses verkauft dann ebenfalls das von den neuen Anpflanzungen geschnittene Holz an den Wasserbau, wovon die Forstbeamten gewisse Prozente beziehen! Man sagt, dies sey nothwendig, um die Erträgnisse der Hölzer rein auszuweisen, als wenn man von diesen nicht die Kosten der Anpflanzungen und der Wasserbauten, womit die Holzungen gewonnen und erhalten werden, abrechnen müſste, um den Netto-Ertrag zu wissen! Das heiſst also scheinbar die *Erträgnisse* eines Departements auf dem *Papier* vergröſsern, wenn dabey gleich für den Staat jährlich groſse Summen verlohren gehen, und die Flüsse ganze Landesbezirke verheeren. Die hierbey zum Grunde liegende Absicht kann wohl von keinem Verständigen verkannt werden!

ZWEYTES KAPITEL.

VON DER AUSFÜHRUNG DER DURCHSTICHE, ODER VON DER GERADE-LEITUNG UND DEN CORRECTIONEN DER FLÜSSE.

§. 199.

In dem ersten und dritten Kapitel des vorhergehenden Abschnitts habe ich bereits zu beweisen gesucht, daſs das erste und beſste Mittel zur Verbesserung solcher Flüsse, deren Bett versandet, die also nicht Vermögen oder Geschwindigkeit genug haben; welche den Eisdämmen, der seichten und serpentinen wegen, unterworfen sind, in der Anlage von Durchstichen bestehe. Ich habe darin ferner die Maximen aufgestellt, bey welchem Locale die Flüsse gerade geleitet werden müssen, und welche Richtung den Durchstichen oder Leitcanälen zu geben sey. Wollte man dieselben aber nach ihrer ganzen Breite ausgraben, so würden sie unterbleiben müssen, weil eine solche Arbeit in den meisten Fällen zu kostbar ist. Der Strom selbst muſs daher der Leitcanäle Austiefung und Erweiterung bewirken. Es ist daher die Ein- und Ausmündung des Durchstiches so wie die Richtung derselben nach dem 146. §. anzuordnen, die Sohle so tief als es das Quellwasser zuläſst, auszuheben. Nur selten wird indessen der Ingenieur diese letzte Regel befolgen können. So muſste z. B. im Jahre 1810 der Rheindurchstich bey Bislich Tab. 12. auf eine Breite von 36 Fuſs und auf eine Länge von 5042 Schuh 4 Fuſs *über* den niedrigsten Wasserstand ausgehoben werden.

Dem mittlern Theil des Durchstiches gebe man nach meiner Erfahrung einen dreyssigsten bis einen fünfzehnten Theil der Breite der regulären Bahn des Flusses, und desselben Sohle einen gleichförmigen Abhang. Das ausgeworfene Material werfe man längs dem Durchstich, so daſs noch eine Berme von 6 Schuh übrig bleibt, und formire dadurch zwey Dämme, die den hohen Strom in einem begränzten Profile halten, folglich den Durchstich zu vertiefen so wie zu erweitern im Stande sind, und die man deswegen *Leitdämme* nennt. Da, wo ein Durchstich durch ein flaches Terrain geführt wird, lege man zur Erreichung dieser Absicht, in einer Entfernung von einander die Leitdämme so an, daſs, wenn der Durchstich bis zu diesen Leitdämmen erweitert ist, die Strommasse hinreicht, um, nachdem die Leitdämme weggespühlt sind, die Erweiterung und Vertiefung des Durchstiches fortzusetzen. Denn welche Geschwindigkeit auch in einem Durchstiche statt finden möge, so wird derselbe dennoch die Breite und Tiefe

des zwischen geradelinigten und parallelen Ufern fliessenden Stromes nicht erhalten, wenn man darin nicht den vollen Strom einleitet. Ist die Erde aus dem Durchstiche auf eine solche Entfernung (300 Fuss) zu transportiren, wobey man das Zugvieh anwenden muss, so lege man über den Erdboden hin Leitdämme, nach Art des Faschinenbaues und zwar in derjenigen Richtung, welche die künftigen Flussufer haben sollen. Hat der Strom bis zu diesen Leitdämmen sein Bett erweitert, so wird der Ingenieur in den meisten Fällen genöthigt seyn, das Ufer durch einen Faschinenbau gegen fernern Abbruch zu beschützen. Die Begränzung des neuen Flussbettes mit Faschinenbauwerken wird fast bey allen Bergflüssen statt finden müssen, weil dieselbe eine Menge Nebenarme haben, worin der Strom eine neue Bahn auszuwühlen sucht, und den Durchstich zu verlassen trachtet.

Um die Aushebung des Durchstiches, ohne von einem höhern Wasserstande verhindert zu seyn, zu bewerkstelligen, müssen an dessen zwey Mündungen Abschlussdämme gelegt werden, welche die Höhe des in der Jahreszeit, in welcher der Durchstich ausgehoben wird, gewöhnlich zu erwartenden Wasserstandes übertreffen müssen. Auch muss in dieser Hinsicht das Terrain in den Mündungen des Durchstiches so lange stehen bleiben, bis der mittlere Theil des Durchstiches ausgegraben ist. Ist der Durchstich vollendet, so wird der obere Abschlussdamm, wenn der Strom seine mittlere Höhe erreicht, und die Leitdämme noch nicht überstiegen hat, durchgestochen. Der zweyte in der Ausmündung anzulegende Damm dient dazu, dass das Wasser nicht von unten hinauf trete, und die Arbeit verhindere. Ist die Ausmündung des Durchstiches, welche immer zuerst angefangen werden muss, bey dem niedrigsten Wasserstande ausgehoben, dann lässt man weiter aufwärts einen solchen Damm stehen. Wird aber ein Flussarm zugebauet, und der Strom vermittelst einer Zukribbung in den Durchstich geworfen, so ist der obere Abschlussdamm nicht nöthig.

Bey drey Fällen muss indessen der Ingenieur den Durchstich nach der ganzen Breite des Flusses ausheben. Der erste Fall tritt ein, wenn der Durchstich in einem solchen flachen Landesbezirk geführt wird, worin hohe Dämme angelegt werden müssen, um von dessen fruchtbaren Theile die Hochgewässer abzuhalten, Zu diesen Dämmen also wird man die Deicherde aus dem Durchstiche nehmen. Der zweyte Fall findet bey einem so schwachen Strome, der sein neues Bett zu erweitern und zu vertiefen nicht im Stande ist, statt. Der dritte ereignet sich, wenn der Durchstich einen Schifffahrtscanal bilden soll, dessen Breite gegeben ist, und die der Breite der paralleluferigen Bahn entspricht. Von diesen drey Fällen hat der erste bey der durch die Pley oberhalb Arnhem Tab. 14. und 15. geführten neuen Yssel, der zweyte bey der neuen und neuesten Brenta im Venetianischen Tab. H., eine Anwendung gefunden. Den dritten Fall würde ich bey den zu Schiffbahrmachung des Marchflusses in Mähren nothwendig seyenden Durchstichen oder bey der Geradeleitung mehrerer Bezirke dieses Flusses in Anwendung gebracht haben.

§. 200. Wenn der Ingenieur durch die Localtät verhindert ist, den Durchstich sowohl in die Richtung des obern als untern Flussbezirkes zu legen, und wenn dasjenige Ufer, welches eigentlich die alte Flussbahn und den Durchstich theilt, concav und flach ist, so giebt es vier Mittel, um eine zur Erweiterung und Vertiefung des Durchstiches hinreichende Strommasse in den Durchstich einzulassen. Das erste Mittel besteht in der Zukribbung des alten Flussarmes, wovon ich oben die Ausführung gezeigt habe. Das zweyte besteht in der Anlage eines Schöpfwerks, wenn der Strom nicht zugebauet werden soll, wie dann zu verschiedenen Zeiten vom Jahre 1777 bis 1780 das Schöpfwerk am Bylandschen Durchstich T. 22. u. 23. immer weiter stromaufwärts geführt ist. Das dritte Mittel besteht in der Anlage einer perpendiculairen oder Flügelkribbe in der oberhalb dem Durchstiche befindlichen Flussconcave, so dafs dieses Werk den Strom in den Durchstich hineinwirft. Ein Beweis hievon ist der Rheindurchstich zwischen Wesel und dem Dorfe Bislich Tab. 11., wo die bey der Bislicher-Rose im Jahre 1793 von 1054 Fufs Länge, über den niedrigsten Wasserstand 5 Fufs Pegelhöhe, angelegte Flügelkribbe den Strom in den Durchstich wirft. Noch auf eine andere Art kann die Einleitung des Stromes in den Durchstich bewerkstelliget werden, wenn man an der Separation des alten und neuen Flusses ein Schöpfwerk und gegenüber eine perpendiculaire Kribbe anlegt; wie dieses von mir bey dem Lauinger und Dillinger Durchstiche Tab. F geschehen ist. Das erste Mittel ist bey schnellen Strömen nothwendig, wenn der Durchstich nicht in die Richtung der obern und untern Flufsbahn gelegt werden kann, und da, wo die Ufer sehr flach sind; das zweyte ist hinreichend, wo der Durchstich in die Richtung der obern und untern Flufsbahn gelegt wird; das dritte ist unvermeidlich, wenn oberhalb den Durchstichen eine solche Concave liegt, die den Strom vor der Mündung des Durchstiches vorbeyführt, und das vierte entspricht den Wirkungen um so gewisser, wenn der obere Strom weit in den Durchstich geführt ist, und die Ufer des Durchstiches nicht flach, oder aber mit hohen Leitdämmen versehen sind, so dafs dadurch der volle-Strom geleitet werden kann, um die Austiefung und Erweiterung des Leitcanals in kurzer Zeit zu bewirken. Welche Richtung man indessen auch dem Durchstiche mit der obern Flufsbahn geben kann: so mufs doch stets dahin getrachtet werden, dafs dessen Einmündung dem Schöpfwerke oder der Enclaviruug, so nahe als möglich zu liegen komme, um den Strom, wenn er durch die Annäherung der zwo Werke, womit der alte Flufsarm zugebauet, oder doch geschwächt werden soll, aufgestauet wird, so früh als möglich in den Durchstich zu leiten, damit durch denselben, die Vertiefung und Erweiternng des Leitcanals in der möglichst kürzesten Zeit bewirkt werde.

§. 201. Die Geradeleitung der Flüsse ist zu wichtig, als dafs ich nicht die im ersten Abschnitte und hier aufgestellten Grundsätze und Maximen durch wirkliche Beyspiele erläutern sollte. Diese will ich also jetzt mittheilen.

Im Jahre 1771 wurde endlich der Bylandsche-Durchstich Tab. 23., zur Verbesserung der holländischen Flüsse beschlossen, und so auf 4 Fufs $10\frac{1}{10}$ Zoll am Arnheimer Pegel mittlerer Tiefe, auf eine Breite von 480 Schuh und auf eine Länge von 6000 Schuh ausgegraben, wie es Fig. 1. Tab. 23. zeigt. Der General-Inspector Brunings, welcher diesen Durchstich vorgeschlagen hatte, wollte dessen Mündung um 180 Schuh nördlicher legen, aber die Preufsische Regierung, für den Bymenschen Deich fürchtend, protestirte dagegen. Brunings wollte ferner, dafs der Abschlufsdamm vor dem Eintritt eines hohen Wassers, zuerst am linkseitigen Ufer durchgestochen werden sollte, um den eigentlichen Stromstrich der Waal Fig. 3. in den Durchstich zu führen; hiergegen protestirten die Provinzältesten, und es geschah, dafs dieser Damm am 7. Februar 1775 nicht weit vom Separationspuncte durchbrach, und der Theil bey d e stehen blieb. So entstand also in der Mündung des Durchstiches die schädliche Untiefe G E und an dessen rechten Seite die Kiesbank H. Von dem Strome war also keine regelmäfsige Vertiefung und Erweiterung zu erwarten, und man entschlofs sich im Jahre 1777 zwey Leitdämme c c und k k anzulegen, zugleich aber auch den nördlichen Separationspunct mit einem Bleswerke zu decken. Als der Strom im Jahre 1776 diese Leitdämme zerrissen hatte, wurden im folgenden Jahre zwey neue Leitdämme, die wir in Fig. 2. sehen, aufgekarrt. Zu diesen fügte man noch am untern Ende zwey schräg liegende Dämme, welche an die Hauptdämme oder Baandeiche angeschlossen wurden. Auch verlängerte man das Separationswerk 5, 15 Ruthen stromaufwärts. In dem darauffolgenden Winter wurde die Vertiefung des Durchstiches dadurch sehr befördert, dafs man die Eisdecke aufhaute, wo alsdann der Eisstrom einen ungehinderten Abflufs in diesen Durchstich erhielt, während das Eis noch in der Serpentine von Herven Tab. 22. festfafs. Dieser Eisstrom vertiefte den Durchstich 10 Schuh. Damit der Strom sich nicht in den Bylandschen Waard und von da in die grofse Serpentine ergofs, wurde der Damm M M Tab. 26. angelegt. Von einigen Landmessern war der Vorschlag gemacht worden, oberhalb dem Durchstiche die Werke C C und B B Fig. 3. Tab. 23. anzulegen. Brunings sah aber bestimmt voraus, dafs, indem sie den Strom einengten, die Tiefe in der Waal oberhalb dem Durchstiche vermehrt werden mufste, folglich die Stromrinne vor dem Durchstiche vorbey geführt worden wäre. Er verlängerte daher das Separationswerk T U V Tab. 22. Fig. 1. und die Salmoortsche-Kribbe unter der Schenken-Schanz, Tab. 22, auf 1200 Schuh Länge. Dieses letztere Werk leitete den Strom auf das Loobitshe convexe Ufer M, und gab ihm, nach dessen Abnahme, eine bessere Richtung auf den Durchstich; besonders auf die linkseitige, aus Klayboden bestehende Ufereke. Das Separationswerk D aber schöpfte den so geleiteten Strom in den Durchstich, und die Versandung in der Mündung der Bylandschen Serpentine nahm täglich zu. Indem der Bylandsche Durchstich den vollen Strom empfieng, so stürzten bald seine Ufer ein. Der nahen Deiche wegen mufsten daher diese, nachdem sie auf die zweckmäfsigste Entfernung gekommen waren,

durch die in Tab. 22., sichtbaren Uferbauwerke gedeckt werden. Und da der aus dem Durchstich fallende Strom auch unterhalb bey dem alten Schulzenhause, Tab. 23., eine concave bildete, so wurde hier im Jahre 1778 der Uferbau x y angelegt. Zur Deckung des Bymmenschen Deiches, Tab. 22. aber, wurden 1780 — 87, die Uferbauten vor Keken und von a nach b aufgeführt.

Um die nach und nach erfolgte Vertiefung des Durchstiches zu übersehen, wurden in den Jahren 1773 bis 76, jährlich, in allen denen im No. 1. 2. 3., Tab. 23., durch Puncte angegebenen Linien, die Tiefen gemessen, und diese Tiefenmessungen wurden jährlich fortgesetzt. Wie sich die Tiefen in diesen Durchstichen, und zwar in dreyen Stromsectionen von dem Jahre 1782 zu den Tiefen des Jahres 1784 verhalten, diefs sehen wir aus No. 1., Tab. 25.

§. 202. Der Bylandsche Durchstich hat mit der Leitung der neuen Yssel, Tab. 15., die jetzt beschrieben werden soll, vom Iahre 1773 bis 1793 1,213190 Gulden gekostet. Im Jahre 1773 wurde die Ausgrabung der Yssel, Tab. 15. und Tab. 49. Fig. 3. auf die Weite von 180 Schuh und auf die Tiefe von $1\frac{1}{2}$ Fuſs am Arnheimer Pegel, vom Landmesser Beyrink, auf eine Länge von 4380 Schuh, bewerkstelliget, die alte (oude) Yssel aber verlassen und zugedämmt. Zwischen den linkseitigen Uferbauten E und F und den rechtseitigen D K, Tab. 49., liefs man eine Berme, wovon jene eine Breite von 72, und diese von 36 Schuh erhielt, stehen. Beyde wurden auf 3 Fuſs Arnheimer Pegel abgeflächt. Mit der Erde, die aus dem Durchstich gehoben wurde, führte man auf 144 Schuh Abstand von den Uferbauten, zwey Leitdeiche zu 23 Schuh Arnheimer Pegel mit 18 Fuſs Krone und 6 Fuſs Böschung auf jeder Seite, auf. Der rechtseitige Leitdeich wurde an das Glacis des Retranchement Gelders - Oort, Tab. 15., angeschlossen, damit der Strom, sowohl in dem Pannerdenschen Canal, als in der neuen Yssel, in bestimmten Profilen, gehalten wurde, um das Bett von Versandungen rein zu haben. Dieser bey dem genannten Retranchement anfangende Deich erhielt bis zur Yssel eine Krone von 12 Schuh Breite, und darüber eine 12 Zoll hohe Wölbung. Seine äuſsere Böschung war wegen des Anfalles des Eisstromes bis auf 20 Fuſs Arnheimer Pegel, berauhwehrt.

Die Auswässerung von der sogenannten Pley zu erhalten, ward, nicht weit von der Westervoortschen Brücke, eine steinerne Durchlaſsschleuse für 11390 fl. erbaut.

Im May 1774 war die Arbeit sehr weit gefördert, und man fieng bereits an: die alte Yssel (hol. oude Yssel) von *e.* nach *f.* mit Erde zuzudämmen. Als aber die Oeffnung enge ward, muſsten die Unternehmer eine Faschinenzukribbung vornehmen: denn mit dem Erddamme konnte nicht das strömende Wasser, welches durch die alte Ysselmündung P. Q. einfloſs, durchgedämmt werden. Dieſs war auch diejenige Arbeit, welche diesen Durchstich vor anderen Durchstichen auszeichnete und mühsam machte. Der alte Fluſs (hol. die oude Yssel) muſste nämlich ganz abgedämmt werden, bis der Durchstich eröffnet wurde. Auf diese *Abdämmung* bestand Geldern

ohne besondere Gründe. Sie verzögerte die Vollendung des Durchstiches sehr. Auch hätte sie den Provinzen Holland und Utrecht grofses Unglück bringen können: denn es durfte ja nur, vor ihrer Vollendung, hohes anhaltendes Wasser eintreten, welches ein unüberwindliches Hindernifs der Ausführung von der Durchgrabung und der Oeffnung des Abschlufsdammes I I gewesen seyn würde. Alsdann hätte der Niederrhein lediglich zwischen seinen Deichen bleiben müssen, ohne von der Yssel eine Erleichterung zu erhalten, und da war denn leicht vorauszusehen, dafs verderbliche Deichbrüche und Ueberschwemmungen nothwendig hätten entstehen müssen. In dieser Hinsicht geschah es, dafs Brunings darauf antrug: die alte Yssel nicht früher zuschliefsen, bis die neue geöffnet werden könnte. Selbst in der 1771 festgesetzten Convention war diese Maafsregel angenommen worden. So wie an mehreren Orten, gieng es auch hier, das Minderzweckmäfsige wurde dem Zweckmäfsigsten vorgezogen.

Wie sehr man sich in Ansehung des Erdreiches, worin der Durchstich gegraben wurde, betrogen hatte (*), ward man bald gewahr. Anstatt dafs Klayerde vermuthet wurde, bestand das Terrain nur aus einer geringen Klaydecke, dann aus feinem und leichtem Sande. Auf der einen Seite machte dieses Erdreich die Verstärkung der Leitdeiche und also gröfsere Ausgaben nöthig, auf der andern, begünstigte es aber wieder den Austiefungseffect. Damit die Austiefung desto schleuniger von statten gehen konnte, so mufste die alte Kribbe K g (Tab. 15.) oberhalb der Westervoortschen Brücke ausgerissen werden.

Die Schwierigkeiten, welcher der Ausführung durch Nachläfsigkeit des Unternehmers, andern Theils von den verschiedenen Meinungen der Wasserbaukundigen, gemacht wurden, hätten sehr verderblich werden können: wenn Brunings auf die Beschleunigung der Arbeiten nicht mit solchem rühmlichen Eifer, zum Besten seines Vaterlandes, gedrungen hätte; und wenn die Committirten, denen die Verbesserung der Stromscheidungen, als Commissarien, aufgetragen war, ihn nicht mit Beharrlichkeit unterstützt hätten.

Nachdem das linkseitige Ufer des Durchstiches auf eine Länge von 444 Schuh, so wie der Separationspunct mit einem Uferbau gedeckt war, wurde der Abschlufsdamm I I, Tab. 49., den 23. Sept. durchgegraben. Er lag auf 21 Fufs Arnh. Pegel, hatte eine 7 Fufs breite Krone; rheinwärts drey, und binnenwärts zwey Fufs Dossirung auf jeden Fufs Höhe, und war auf beyden Seiten berauhwehrt worden. Das Mayfeld (hol. die Pley) lag auf 7 bis 7½ Fufs Arnh. Pegel. Da leider die Erfahrung am Rylandschen Durchstiche (S. 275.) gelehrt hatte: dafs ein solcher Abschlufsdamm mit der möglichsten Sorgfalt abgetragen und durchgestochen werden müsse; so fieng man diese Arbeit am 12. Sept. an, als der Rhein 9 Fufs am Arnheimer Pegel stand. Binnen zehn Tagen war er zu 10 Fufs Arnh. Pegelhöhe abgeflächt, und nun bildete er die Figur c.

(*) Brunings Rapport vom 25. May 1774 in den Verzaamelingen.

l. f. g. d. Die Krone f. g. war 5 Fufs breit. Am folgenden Tage lag er nur noch in c. l. h. i. d. sechs und dreyfsig Zoll höher, als der Rhein. Jetzt, am 23., ward das Stück i. k. l. in sieben Stellen dergestalt abgegraben, dafs nur noch eine kleine Scheidewand, oben von einem Fufs stark, in diesen Stellen stehen blieb. Nachher wurden die Oeffnungen so gemacht, dafs das Rheinwasser allmählig längs der schrägen Dossirung d i aufklomm. Der Strom drang nun in die Oeffnungen. Weifsschäumend stürzte er über das Erdwehr 6¾ Fufs tief in den Durchstich. Er löfste die Bande auf, welche ihm angelegt waren, und kaum sind fünf Stunden verflossen, als der Abschlufsdamm gröfstentheils von ihm verschlungen war. Bereits um 12 Uhr des nämlichen Tages fuhr ein kleines Torfschiff, unter dem frohen Zujauchzen der Zuschauer, in die neue Yssel hinein. Des Stromes Wuth breitete sich kaum bis zur Schiffbrücke hinunter aus, denn sie erhob sich unbeschädigt mit dem Anschwellen des Flufses. So lobenswerth auch die von dem Landmesser Beyerink getroffenen Anstalten waren, um den Abschufsdamm fortzuschaffen; so blieb doch am rechtseitigen Ufer, welches ganz aufser der Richtung des einfallenden Stromes lag, ein Stück von vier Ruthen stehen. Dasselbe wurde, so weit es sich thun liefs, abgestochen; indessen hat es wohl dazu beygetragen, dafs noch bis 1788 eine Klay - und Sandbank an dem rechten Ufer safs, wie eine gezeichnete Karte von diesem Jahre zeigt.

Um einige Beobachtungen über das Fallen des Stromes im Durchstich genau anzustellen, wurden oberhalb der Kribbe K am Ende des Durchstiches, Tab. 15., und am Anfange desselben zwey eichene Pfähle 15 Fufs tief eingerammt. Als diese zwey Pfähle nach einem Nivellement correspondirten, fand man im Juny 1774, dafs der Strom des Durchstiches eine Neigung von 14 Zoll hatte. Die Neigung verhielt sich also zur Länge wie 1 : 3000. Die erstere war daher nicht gröfser, als die Neigung des Rheins zwischen Düsseldorf und den Siebenbergen. Folgende Beobachtungen zeigten den hydrometrischen Effect des Durchstiches: die Oberfläche des Niederrheins senkte sich nämlich nach der Durchgrabung des Abschlufsdammes, am 24. Sept. 1774, in der Nähe seiner Mündung, binnen vier Stunden, 13 Zoll, bey Arnheim aber 20 Zoll. Die Neigung des Stromes in dem Durchstich betrug jetzt 15 Zoll. Während 2½ Stunden flofs das Wasser von der neuen Yssel-Mündung bis zum Steg bey Reege, d. i. bis auf eine Entfernung von 4 Stunden, binnen zwey Stunden bis Doesburg.

Für die Wissenschaft ist es zu bedauern, dafs hier nicht Beobachtungen über die Zunahme der Geschwindigkeit, über den Effect der Austiefung im Durchstiche, über den Widerstand des Materials, so wie über die Senkung der Oberfläche des Rheins und der Waal mitgetheilt werden können!

Sobald die anfangs gelassenen Seitenbermen B C abgebrochen waren, wurden die Uferbauten E F und D K von 1776 bis 1786 aufgeführt, das höhere Ufer aber berauhwehrt. Hier wurde also dem Strome ein künstliches Bett, zwischen Faschinenwerken und Leitdeichen, angewiesen.

Der wahre separationspunct der yssel und des Niederrheins wurde mittelst eines Faschinenbauwerkes an dem linkseitigen Leitdeich, Tab. 15., angeschlossen. Nachher im Jahre 1780 wurde das separationswerk bis E, stromaufwärts verlängert, und der Leitdeich mit einem Flügel, längs dem ufer des Niederrheins, fortgesetzt. Auch die beyden Kribben H und B unter dem Retranchement, sind 1780 aufgeführt, um die ihnen gegenüberliegende sandbank abzuflächen und den stromstrich der Mitte des Flusses näher zu bringen. Da diese wirkung noch bis jetzt nicht erfolgte, so wird es erlaubt seyn zu bemerken: dafs diefs ein abermaliger Beweis sey; wie wenig man sich von den Kribben versprechen könne: wenn sie nicht einen grofsen Theil des stromes auffangen, um mit demselben auf die gegenüberliegenden Anlagen zu wirken. Wie diese wirkung noch gar sehr abhange: von des Flusses Breite und von der Gröfse des Materiales, woraus eine solche Anlage besteht, so dafs erst aus der wirkung sich ergeben könne: wie weit man ein solches Bauwerk verlängern müsse! Doch ich verlasse jetzt dieses wichtige Flufslocal mit dem vorsatze, darauf in einem der nächst folgenden Kapitel, zurückzukehren.

§. 203. *Die von mir mit der Donau, in den Jahren* 1807 *bis* 1810, *zwischen den städten Lauingen und Dillingen ausgeführte correction*, kann ihrer wichtigkeit wegen hier nicht übergangen werden. Tab. F. (*).

Die serpentinen des Donauflusses, hatten zwischen Lauingen und Dillingen, öfters Eisdämme erzeugt, die Geschwindigkeit des stromes geschwächt, daher dessen oberfläche in die Höhe getrieben und die niedern Flufsgegenden, deren ufer nur sechs bis sieben schuh über den niedrigsten wasserstand liegen, auf eine Breite von zwey stunden überschwemmt. Sie rissen jährlich bedeutende Bezirke fort, und der umstand, dafs der strom aus der serpentine bey ober - Dillingen auf das rechtseitige ufer fiel, und bey E täglich Erdschollen abbrach, liefs befürchten: dafs die beym niedrigsten wasserstande mit einer mittlern Geschwindigkeit von vier schuh strömende und 4840 Cubikschuh wasser führende Donau von E nach F sich eine neue Bahn durchbrechen werde. Hiezu kam noch, dafs zwischen den Jochen der Lauinger Brücke mehrere Mühlen dergestalt angelegt sind, welche die stromsection auf 211 schuh, ohne die bey den Jochen entstandene Denivellation in Rechnung zu bringen, einschränken, wenn gleich der strom in parallelufrigen Flufsbezirken eine weite von 320 schuh hat. Diese Brücke ist also für die obern Gegenden äufserst gefährlich, indem sie den strom aufstauet, gegen die im ersten Abschnitt aufgestellten Grundsätze anstöfst, oberhalb den hohen strom dergestalt in die Höhe treibt, dafs er mehrere quadratmeilen überschwemmt. Sie ist daher eine wahre satyre auf den Flufsbau an der Donau! Hier sollte also die Breite von 320 schuhe

(*) Bey der Beschreibung der im Königreich Baiern v. d. V. bewerkstelligten Flufscorrectionen und Bauwerken ist der *Baierische Schuh* als Maafs angenommen. Dieser macht 2 Décimètres 9 centimètres und 1 $\frac{859}{1000}$ millimètres oder 129 $\frac{38}{100}$ Pariser Linien.

der stromsection hergestellt, die mühlräder bis auf zwey weggenommen, dafür aber schiffsmühlen angelegt werden. Wenn aber eine bogenbrücke erbauet würde, so könnte man in den gewölben der widerlager wasserräder anlegen, im Fall diese widerlager mit mühlcanälen verlängert würden. Doch dieser plan erfordert grofse ausgaben, und ich sah mich daher genöthigt, die schädlichen hochgewässer allein durch eine flufscorrection zu entfernen, und die uferlande zu sichern. Die durchstiche von dillingen und lauingen entsprachen dieser absicht, indem dadurch die geschwindigkeit und neigung des stromes vermehrt wurde. Ich gründete sonach die vorschläge auf eine localuntersuchung.

Vom herbst 1806 bis July 1807 waren die durchstiche A B und C D, auf eine mittlere breite von dreyfsig schuh, bis zum niedrigsten wasserstande, auf eine tiefe von 6 bis 10 schuh ausgehoben. Die mündungen erhielten 115 schuh weite §. 145. S. 211. Die länge des erstern durchstiches betrug 3000, des zweyten 3500 schuh und die kosten für die aushebung machten 5500 fl. aus. Zuerst wurde der dillinger durchstich angelegt und das schöpfwerk 2, an der wurzel sechs, an der spitze vier schuh über den niedrigsten wasserstand, mit 24 fufs krone aufgeführt. Ich wählte defswegen die grofse breite des schöpfwerkes, damit der strom in zukunft längs dessen vordern böschung eine vertiefung hervorbringen könnte, die dem werke nicht nachtheilig werde. Dasselbe war bis zum august 1807 auf eine länge von 430 schuh gebracht, später aber um 30′ verlängert, und dessen kopf mit grofsen, mit steinen gefüllten senkfaschinen beschwert. Zu gleicher zeit wurde das uferbauwerk 1, längs dem linkseitigen ufer, und die daran stofsende perpendiculäre kribbe, deren länge 140′ und deren vordere breite 36′ beträgt, und die eine dreyschuhige böschung erhielt, bis zu einer tiefe von 24 fufs aufgeführt. Ihr vorderer theil ward mit senkfaschinen belegt. So blieb, bis zum august 1807, zwischen beyden werken dieses canals noch eine oeffnung von 63 schuh, die endlich im Jahre 1810 bis auf 20 schuh verengt wurde.

Im July und august 1807 wurde das schöpfwerk 3. am lauinger durchstich auf eine länge von 200′ mit 24′ krone erbauet, welches bis 1810 auf 352 schuh verlängert wurde. Am 14. July 1807 als am geburtstage der *königinn* wurden beyde canäle von mir zuerst befahren und Ihro majestät geruhten zu erlauben, dafs diese neue donau, *carolinen-canal* genannt wurde. Jetzt wurden die enclavirungen 5. u. 6. aufgeführt, damit der durch die, oberhalb der Insel anzulegenden bauwerke, eingeschränkte strom hier einen schädlichen einbruch in dem rechtseitigen ufer zu verursachen, verhindert wurde. Als diese zwo werke vollendet waren, wurde das rechtseitige perpendiculäre werk 4 mit seinem uferbaue angefangen, und bis ende 1809 nach und nach auf eine länge von 140 fufs, auf sechs fufs pegelhöhe dergestalt aufgeführt, dafs es mit seiner spitze vor der spitze des schöpfwerkes 3. vorbey gehen würde, wenn man es noch weiter verlängerte. Hier ist nun eine oeffnung von

20 Fuſs übrig geblieben, die in der Folge mit wenigen Kosten gänzlich geschlossen werden kann, nachdem der Strom dadurch vieles Material geführt, und die Serpentine gröſsten Theils verlandet haben wird. Indem ich am 10. Januar 1811 dieses schreibe, habe ich den Auftrag gegeben, während des jetzigen niedrigen Wasserstandes, und da die Donau zugefroren ist, in die Oeffnung zwanzig, mit Bruchsteinen gefüllte, Senkfaschinen, jede 36 Schuh lang, drey Schuh im Durchmesser groſs, einzuwerfen. Dieser Faschinenwurf wird die Austiefung in der Oeffnung verhindern, den Eisstrom besser in den Carolinen-Canal hineintreiben, also dessen gröſsere Vertiefung und Erweiterung bewirken. Nach dem Abgang des Eises wird alsdann die Oeffnung mit einem Faschinenbau zugebauet, und auf drey Fuſs Pegel gelegt werden.

Da in der Einmündung A des Lauinger-Canals der Boden aus zähem Thon bestand, der mit einer Geschwindigkeit von vier Schuh nicht vertieft, oder fortgerissen wurde, so muſste ich mich, gemäſs der im 190. §. aufgestellten Maxime, zur Anlage der perpendiculären Kribbe 7. entschlieſsen, um mittelst diesem Werke den Strom aus der Concave in die Mündung des Canals einzuwerfen. Sie hat bis jetzt eine Länge von 80′ erhalten, und die Breite ihrer Krone beträgt 18 Fuſs. Dieses Werk ist von einer so guten Wirkung gewesen: daſs mit den Enclavirungswerken 3. und 4. dieser Canal von Null bis 12 Fuſs unter den niedrigsten Wasserstand vertieft, bis 140′ erweitert wurde, und bereits im May 1808 den Schiffen ein bequemes Fahrwasser darbot, die ihn auch allein seit dieser Zeit benutzen. Der untere Canal C D, dessen Breite im Jahre 1810. hundert fünf und achtzig Schuhe betrug, hatte die Schiffe bereits früher aufgenommen. Beyde Serpentinen, worin die Schifffahrt ehemals einen um 6200 Schuh längern Weg, welcher für die Bergfahrt sehr bedeutend ist, machen muſste, sind jetzt zum Theile verlandet; da wo im Jahre 1806 die Fluſsrinne statt fand, wie wir aus der Karte, Tab. F, ersehen, worin die damaligen, auf den niedrigsten Wasserstand reducirten Tiefen angegeben sind, wächst an vielen Stellen gegenwärtig, Gras und Weidenholz. Die Hochgewässer von 1809 haben im Verhältniſs des Wasserstandes nicht mehr die Höhe, wie ehemals erreicht. Obgleich diese Correction sowohl für die Schifffahrt als für die Uferlande von der gröſsten Wichtigkeit ist, die Länge der Bauwerke, wozu über zweymalhunderttausend Faschinen gebraucht wurden, 2192 Fuſs beträgt, so hat sie doch nur 31800 fl. gekostet; welche Summe sehr mäſsig ist, wenn man die in Holland bey ähnlichen Fluſs-Correctionen verwendeten Ausgaben damit vergleicht.

Ich muſs hier noch bemerken, daſs aus der untern Serpentine bey Ober-Dillingen ein Mühlgraben G H I abgeht, welcher eine Mühle treibt. Derselbe empfieng nur dann das Donauwasser, wenn es über den niedrigsten Stand gestiegen war. Da nun zwischen den zwey Werken 1 und 2 eine gröſsere Oeffnung als die Breite dieses Mühlgrabens geblieben ist, und sich noch eine breite Rinne in der Serpentine befindet, die man auch offen erhalten kann; so ist bis jetzt diesem Graben nicht mehr Wasser

entzogen, als vor der correction. Wenn derselbe indessen auch weniger wasser aus der alten Donau bezöge, so kann man bey x die dort befindlichen Quellen öffnen und mehr wasser, zu jeder Jahreszeit, in den Mühlgraben einleiten, als er ehemals abführte. Diese Arbeit wird, aus vorsicht, im Jahre 1811 unternommen.

So strömt also gegenwärtig die durch die wasserbaukunde geleitete Donau da wo Karl der V. im Jahre 1540 mit seiner Armee ein Lager hatte.

§. 204. *Die correction des Isarflusses tab. c*, welche ich vom Jahre 1806 bis 1811, zwischen München und Ismaning, ausgeführt habe, wird immer für die Ausübung lehrreich bleiben, weil sie nicht nur einem der schnellsten Bergflüsse in Europa ein neues Bett angewiesen hat, sondern auch der dabey eingetretenen Schwierigkeit wegen. Sie gehört ohne zweifel zu den wichtigsten unternehmungen, die in der Flufsbaukunde gemacht worden sind: denn die Faschinenbauwerke, ohne die Erddämme zu rechnen, betragen eine Länge von 38413 Schuh, und einen Inhalt von 33214 Kubikklaftern, wozu 1,152,512 Faschinen verwendet sind. Die Durchstiche aber messen 10700 Fufs Länge.

Ehemals hatte man der Isar mit aus eingerammten Pfählen und Balken gemachten Bauwerken, wovon viele ueberreste in der jetzt neuen Flufsbahn zum vorschein gekommen sind, so wie in den mit Holz bewachsenen Auen angetroffen werden, Gränzen setzen wollen. Anlagen, die Hunderttausende gekostet haben mögen, welche aber mit den Grundsätzen der Flufsbaukunde im widerspruche stehen, indem der strom zwischen diesen Pfahlwerken hin und her schweifte, und seine verheerungen nach Belieben fortsetzte.

Bis zum Jahre 1806 strömte die Isar unterhalb München vielarmig und bot, beym niedrigen wasserstande, nichts als unfruchtbare Kiesflächen dar. Sie drohte die Dörfer Obervöhringen und Ismaning fortzureissen, und schien die Mängel des Baierischen Flufsbaues, selbst in der Nähe der Hauptstadt, zu beweisen.

Die städtischen Gewerke haben vorzüglich im vierzehnten und fünfzehnten Jahrhundert überall, wo die Städte von Flüssen bespühlt werden, dadurch grofse Fortschritte gemacht, dafs man die Flüsse in verschiedene kleine Canäle leitete, die dann Mühlen und Maschinen in Bewegung setzten, und zu Fabriken aller Art nutzbar gemacht wurden. Bey München waren von dem Isarflusse drey Hauptableitungen gemacht, die uns die Karte Tab. C zeigt. Eine dieser Ableitungen fängt unter Thalkirchen an, die zweyte vereinigt sich unweit dem Kupferhammer mit der ersten, theilt sich abwärts in zwey neue Arme, wovon der linkseitige in der Stadt mehrere kleine Canäle bildet, sowohl Mühlen als Druckwerke in Bewegung setzt und für die Färbereyen als für andere Gewerbe sehr nützlich ist. Der rechtseitige Arm setzt Getreide- und Pulvermühlen in Bewegung. Er ist für die Gärbereyen, Bleichen und andere Gewerke unentbehrlich; führt das den Gewerken entbehrliche wasser durch einen oberhalb der Gerberey liegenden Ablafs der Isar zu; theilt sich aber weiter abwärts in zwey

Bäche, die sich bey der heiligen Geistmühle vereinigen. Von diesem Canal fliefst vor dem Isarthor bey III. ein unterirdisch geleitetes Wasser durch die Leoni Weyher und dann durch die Gärten einiger Privaten. Alle diese Canäle vereinigen sich in der Nähe des englischen Gartens, und in diesem Garten selbst; theilen sich aber wieder in drey Arme, wovon der linkseitige der *schwabinger* -, der mittlere der *oberstjäger-meister* -, und der rechtseitige der *Eisbach* heifst.

Aus einem so reissenden Flusse, wie die Isar, lassen sich dergleichen Ableitungen nicht ohne durch das Flufsbett selbst gehende Wehre bewerkstelligen, weil der Strom in die Höhe getrieben werden mufs. Solche Ueberfallwehre sehen wir oberhalb Kultursheim bey A B, vor der Vorstadt Au bey I, oberhalb der Caserne bey D, und unterhalb dieser bey G. Die Anlage derselben ward noch schwieriger, da man für das Flöfsen des Triftholzes und für die Fahrt gebundener Flösse sorgen mufste. Zu diesem Behufe wurden oberhalb der Stadt mehrere Ablsässe und vorzüglich der Flofs-Ablafs C und der Hochablafs IV angelegt. Die Hochgewässer glaubte man unschädlich für die Stadt abzuführen, indem oberhalb Cultursheim, der Aue bey I und der Caserne bey D und G, die auf der Karte bezeichneten, aus mit Steinen gefüllten Balkenfachwerken bestehenden, Ueberfallwehre dergestalt angelegt wurden, dafs sie dem Strome bey seinem mittlern Stande und noch bey niedrigerm einen Seitenabflufs gestatten. Zu welchem Behufe man auch die auf der Karte bemerkten acht kleinen Grundablässe (épanchoirs à fond) wovon einige mit Schützen verschlossen werden können, machte.

Damit aber das Flofsholz in dem mittelst der Ueberfallwehre aufgetriebenen Theile des Stroms gehalten wird, gab man den grofsen Ueberfällen eine Schwelle und eine mehrere Schuhe über das niedrigste Wasser stehende Holbe, worin Vertiefungen oder Löcher gemacht wurden, in welchen sechs Zoll starke Stangen unter einer kleinen Neigung und auf etwa 16 Zoll Abstand gestellt werden, die das Flofsholz zurückhalten. Eine Vorrichtung, welche der Egge oder dem *Rechen* ähnlich ist, und daher auch die letztere Benennung erhielt. Das Triftholz mufste natürlich in solche Bezirke hineingeschwemmt und aufbewahrt werden, die mit einer Bewallung umgeben sind, um das Wasser, welches das Holz hinschwemmte, zu der zum Schwimmen desselben nöthigen Höhe zu erhalten. Es war daher noch ein Wehr nothwendig, welches queer durch den mittelst der vorher erwähnten Ueberfälle zur mittlern Wasserhöhe gehaltenen Flufsarm, gehen mufste. Dieses Wehr oder der sogenannte *Abrechen* (F auf der Karte) wurde unter dem *Triftcanal* erbaut, mit Schützen, einer Durchfahrt für die Flöfse und einem Rechen versehen. Dieser *Canal* ward aber mit den Holzfängen oder dem sogenannten Holzgarten vereinigt, woraus dessen Wasser sich durch verschiedene Abtheilungen aus den Schützöffnungen 1. 2. 3. und 4., theils nach der Isar, theils nach dem Eisbache ergiefst, je nachdem man dasselbe aus den Holzfängen abzulassen für nöthig findet. Insofern aber die Isar mit gebundenen Flössen zum Vortheil der Ge-

birgsgegenden und des platten Landes befahren wird, mufste man, wie gesagt, zu ihrer Durchfahrt in dem Abrechen eine mit Schützen (weil das Triftholz bey den Sommerhochgewässern geht) zu verschliefsende Oeffnung lassen.

Wäre in der Vorzeit der unweit dem Flofs-Durchlafs C von der Isar abgeleitete Canal dergestalt eingerichtet und erweitert worden, dafs man darauf längs der H. Geistmühle (bis wohin wirklich noch viele Flofse gehen) und längs den Hammerschmieden am Lehel mit Flöfsen hätte fahren, und das Triftholz schwemmen können, und wäre von a nach b beym Lehel der Trift- und Flofscanal zugleich, von c nach d und e aber der Flofscanal gezogen worden, so hätte man alle kostbaren Ueberfallwehre oberhalb und unterhalb der Caserne, so wie das vorgenannte, den Strom aufhaltende, Wehr (den Abrechen) entbehren können. Der hohe Strom hätte alsdann einen freyen Abzug im natürlichen Bette gehabt; die Umgebungen von München wären nicht den verderblichen Ueberschwemmungen ausgesetzt gewesen; das Trift- und Flofsholz wäre näher an der Stadt angekommen, woraus dann für die Bewohner ganz unzuberechnende Vortheile in Hinsicht des Fuhrlohns und der Gewerbe hätten entstehen müssen. Diese letztere Rücksichten wurden also von unsern Vorfahren nicht vollständig beachtet, und diese Bauanlagen haben mit so vielen andern Unternehmungen ein gleiches Schicksal gehabt. Sie sind nämlich nach und nach und ohne gründlichen Plan entstanden.

Oberhalb München müssen nothwendig die unnatürlichen Einschränkungen der Stromsectionen durch die mit zu engen und niedrigen Bögen, so wie auch mit einem zu hohen Grundbau, der queer durch das Flufsbett geht, versehene steinerne, auf der Karte mit H bezeichnete Brücke, und durch das queer durch den Flufs gehende Wehr F, dessen Grundbau 8 Schuh zu hoch liegt, und durch die übrigen hohen Ueberfall-Wehre, den Strom aus den Ufern treiben, daher auch ein Theil der Stadt und die Vorstadt Au öfters überschwemmt wurde. Welche Verbesserungen der Wasserbaukundige hier zu machen hat, darüber habe ich mich in dem ersten Heft der Beyträge zur Wasserbaukunde 1808 und in den Beyträgen zur Brückenbaukunde 1809 verbreitet. Ihrer Wichtigkeit wegen werde ich davon auch in diesem Werke beym Wehr- und Brückenbau näher handeln, da sie eigentlich nicht zur Flufsbaukunde classificirt werden können. Ich kehre daher zu der unter München ausgeführten Correction des Isarflufses zurück.

Da das Dorf Vöhring ehemals zum Stift Freysing gehörte, so scheute man sich von Baierischer Seite nicht, den Isarflufs, dessen Zustand (von 1806) wir in der Karte No. II. sehen, gegen dasselbe anzuleiten, ja es war zu dem Ende das Bauwerk I I aufgeführt worden. Diesen nachtheiligen Lauf des Flusses, welcher in der Nähe der Hauptstadt dem Auge unabsehbare sterile Kiesflächen darbot, die mit der ästhetischen Anlage des englischen Gartens contrastirten und zugleich den gänzlichen Einsturz eines Dorfes drohte, welcher die öftern Ueberschwemmungen, womit der Englische Garten vorher und zuletzt im Jahre 1802 heimgesucht wurde, hervorgebracht hatte, konnte

eine Regierung, die in ihren öffentlichen Acten die Verbesserung der Flüsse dem Lande versprochen hatte, unmöglich der Residenz so nahe, länger dulden. Es wurde daher von mir der Entwurf gemacht: dem Isarflufs, in diesem Bezirke, eine reguläre Bahn anzuweisen, und ihn auf die Weite von 320 Schuh, bey einem mittlern Wasserstande, dergestalt zu beschränken, dafs derselbe, sobald er fünf bis sechs Fufs über sein niedrigstes Wasser anschwoll, sich über das rechtseitige Bauwerk C D E ergiefsen konnte, um das alte Flufsbett mit Material auszufüllen, und mit Hülfe einiger Pflanzungen so zu erhöhen, dafs es endlich mit dem feinen Niederschlage des Flusses, d. i. mit einer fruchtbaren Erde überzogen würde. Kurz ich setzte die Geradeleitung dieses Flusses so fest, wie sie auf der grofsen Karte No. 1. angezeigt und glücklich ausgeführt ist. Die Richtung der neuen Isar mufste nämlich dergestalt gewählt werden, dafs sie weder für das rechtseitige noch linkseitige Ufer nachtheilig war. Da die reguläre Bahn der Isar eine Breite von 320 Schuh, bey einem mittlern Wasserstande hat, so wurde dieselbe zur Entfernung der beyderseitigen Faschinenbauwerke angenommen. Damit aber das von dem Strome geführte Material sich jenseits des rechtseitigen Baues, d. i. in das alte Flufsbett lagern konnte, so legte ich dieses Bauwerk nur auf 5 bis 6 Schuh über den niedrigsten Wasserstand, welches also von dem höchsten Wasser überstiegen werden konnte, und wodurch ich dem im 146. §. aufgestellten Grundsatze entsprach. Solche Bergflüsse, wie die Isar, die schon bey einem Wasserstande von 4½ Schuh mit der Geschwindigkeit von 7 — 10 Schuh strömend, viel Material führen; deren Hochgewässer 16 Schuh in der Secunde zurücklegen und während 24 Stunden ihren Lauf ändern, indem sie ganze Waldbezirke fortreissen, ihre wenige Stunden zuvor gehabte Bahn mit Material verschütten, können, wie die Erfahrung lehrt, nicht anders, als mit Bauwerken, die man an den beyden gewählten Ufern aufführt, rectificirt werden, weil sie sonst die gemachten Durchstiche wieder zulegen, und hin und her schweifen. Ich fieng daher im März 1806 dieses grofse Unternehmen mit dem rechtseitigen Bauwerke C D, man sehe die Karte No. 1. u. 2., an; legte dasselbe 4 Schuh tief in die daselbst gelegene Kiesbank, und fügte an dasselbe, unterhalb D, einen 300 Schuh langen Flügel D F, der mit einem alten Damm bey F verbunden wurde, um den oberhalb gelegenen, und durch diese Werke eingeschlossenen Bezirk schnell zu verlanden und nutzbar zu machen. Die Methode: solche Bauwerke, vermittelst welcher man Bergflüsse begränzen will, in die Kiesbänke selbst hineinzulegen, indem man darin vorher ihr Lager ausgräbt, ist defswegen sehr empfehlenswerth, weil der sich nachher tiefer eingrabende Strom, solche so gelegte Werke nicht leicht unterwaschen kann.

Der erste Durchstich A B wurde auf eine Breite von 30., und auf eine Länge von 3550 Schuh, in den Monaten März und April 1806 ausgehoben, und der daraus geworfene Kies zur Aufführung der beyderseitigen Faschinenbauwerke verwendet; die Erde blieb aber in Form eines Leitdammes, auf der rechten Seite des Canals liegen.

Auch wurde das alte Bauwerk I. I., wovon wir vorher gesprochen haben, zerstört. Auf der linken Seite wurde der Nebenarm W mit einem Faschinenbau zugeschlossen, und das Bauwerk, dessen Länge von der Mündung des Durchstiches an, bis R auf 3100 Schuh geht, dahinter aber, zum Schutze des englischen Gartens, ein eben so langer Damm von Q nach R, aufgeführt. Nachdem der Leitcanal A B am 13. May 1806 geöffnet war, wurde der rechtseitige Faschinendamm von E nach G aufgeführt; von diesem letzten Puncte aber ward gegen D, und von D nach G, mit einer solchen Anstrengung gearbeitet, daſs bereits am 27. May 1806, dieses Bauwerk zugeschlossen wurde, wiewohl die Tiefe in der Oeffnung 31′ und die Geschwindigkeit 12 Schuh betrug. Der zwischen D G (Siehe die Karte No. 2.) zu bewerkstelligende Zuschluſs erforderte soviel Faschinen, daſs es unmöglich wurde, zu dem alten Abschluſsdamm des alten Isarbettes von e nach E eine hinreichende Anzahl von Faschinen zu erhalten, indem der Fluſs hier eine Tiefe von 15 Fuſs hatte. Nun muſste das Wasser des Leitcanals von dieser Concave bey e E abgehalten werden, wenn der Strom die mit dem Leitcanal demselben vorgezeichnete Richtung behalten sollte. Er würde sich nämlich in diese Concave ergossen haben, und auf das Dorf Obervöhring von Neuem angefallen seyn. Ich lieſs daher bey e und von a nach a zwey Faschinendämmchen legen, von denselben nur die vordere Böschung beschweren, um sie nachher, wenn der Bau e E ausgeführt seyn würde, desto leichter fortreissen zu können. Daſs dieses Hülfsmittel nothwendig war, zeigte die nächste Anschwellung des Stromes, welche noch vor Vollendung des Werkes E e erfolgte.

Da zu diesen Bauwerken über 150,000 Faschinen, binnen zwey Monaten, verarbeitet werden muſsten, und der Strom gar nicht zum niedrigen Stande kam, so war diese Unternehmung für mich äusserst schwierig, zumal da viele Personen den guten Erfolg zu hintertreiben suchten. Wären diese Faschinenbauwerke, deren Länge über 7800 Schuh beträgt, nicht vor den Sommer-Hochgewässern vollendet worden, so würde sich der Durchstich verschüttet haben. Man wäre dann ungerecht genug gewesen, dieses auf eine Zeit lang unterbrochene Gelingen des Unternehmens und die dabey erforderlichen Ausgaben, meinem Plane zuzuschreiben, zumal weil damahls in Baiern der Faschinenbau ganz unbekannt war. Durch meine tägliche Gegenwart und Anstrengung führte ich indeſs diese Unternehmung glücklich aus, legte, wie gesagt, zum Fuſs des Dammes von Q R, den ich nachher auf die Höhe von 15½ Schuh über den niedrigsten Wasserstand brachte, einen Faschinenbau an, in dem darauf folgenden Herbst wurde die äussere Seite des Dammes berauhwehret. Hierdurch war also auch der Englische Garten gegen alle Ueberschwemmungen geschützt, welche einige nichtswürdige Intriganten prophezeyten!

Da die folgenden hydrometrischen Messungen, welche wegen der Zunahme der Geschwindigkeit in dem Leitcanale, worin sich nach einem Nivellement die Neigung wie 1 : 400 und zwar bey einem Wasserstande von 3 Fuſs über dem niedrigsten Stan-

de verhielt, sehr lehrreich bleiben, so will ich sie hier als eine die Erfahrung bereichernde Beobachtung anführen, und damit die Baugeschichte unterbrechen.

Siehe die Karte c, sowohl No. 1. als No. 2.

Die Beobachtungen wurden angestellt.	Wasserstände über dem Nullpuncte des Pegels, d. i. über dem niedrigsten Wasserstande.									Geschwindigkeit des Stromes im Leitcanale A. B. in 1 Secunde. (Pariser Maaſs.)			Geschwindigkeit des Stromes im Leitcanale. Die Länge war 3314 Schuh. (Baierisch Maaſs.)		
	An der Bogenhauser Brücke.			Im Leitcanal A B.			Hinter dem Enclavirungswerke D. G.								
	Schuh	Z.	L.	Sch.	Z.	L.	Sch.	Z.	L.	Sch.	Zoll.	Lin.	Schuh	Zoll.	Linien.
1806															
19ten May	3	1	6	3	3	=	2	9	=	5	1	2	4	6	10
20 —	3	5	—	3	8	—	3	3	—	5	5	2	4	10	5
21 —	3	—	—	3	9	6	3	—	—	5	3	11	4	9	4
22 —	3	5	—	3	9	—	3	1	6	5	9	6	5	2	4
23 —	3	1	—	3	6	2	3	4	—	5	8	4	5	1	4
24 —	2	10	—	3	5	—	3	2	—	5	11	11	5	4	6
27 —	2	5	—	3	3	—	2	8	—	6	—	11	5	5	5
28 —	2	8	—	3	9	—	2	2	—	6	9	10	6	1	3
29 —	2	7	—	3	7	—	2	2	6	6	8	7	5	11	11
30 —	2	9	—	4	10	—	1	11	—	8	4	11	7	6	6
1806															
1ten Juny	3	—	—	5	8	—	1	7	—	8	6	9	7	8	2
2 —	3	—	6	5	3	—	1	6	—	9	1	3	8	2	1
3 —	3	—	—	5	3	—	1	6	—	7	8	11	6	11	4
4 —	2	9	—	5	—	—	1	4	—	5	9	6	5	2	2
7 —	2	8	—	4	9	—	1	4	—	7	6	4½	6	9	1
9 —	2	8	—	4	8	—	1	2	—	8	7	6	7	7	11
10 —	2	8	—	4	8	—	—	11	—	8	—	0	7	2	2

Die mittlere Geschwindigkeit der neuen Isar, von der Bogenhauser Brücke bis auf 7600 Schuh davon entfernt, betrug am 28. Febr. 1807, bey einer Wasserhöhe, die 4′ 4″ über die niedrigste stand, war 9,1147 Fuſs in der Secunde.	Die Neigung des Stromes verhielt sich zur Länge wie 1 zu	Entfernung.	Zeit.	Geschwindigkeit.	
		Schuhe	Secunden	Fuſs.	Tausendtheile.
Von der Bogenhauser Brücke bis zur Perpendiculärkribbe IV.	397	760	75	10,333	
Von dieser Perpendiculärkribbe bis zum Bogen des neuen Dammes Q R	—	1290	165	7,318	
Von hier weiter abwärts um 1160 Schuh . .	—	1160	150	7,733	
Von da bis gegen das Ende des linkseitigen Faschinenbaues unter R.	—	1740	140	12,428	
Weiter bis zur Mündung des Eisbaches bey VI.	476	550	70	7,857	
Von der Mündung des Eisbaches bis zur langen Perpendiculärkribbe L.	—	770	80	9,624	
Von dieser weiter abwärts	—	1330	160	8,312	

Aus der ersten Tabelle ergiebt sich: daſs die Geschwindigkeit noch am 27. May 1806, d. i. nach dem Zuschlusse des Hauptarms, und vorzüglich am 30ten, als der Enclavirungsbau gesenkt war, in dem Leitcanale A B bedeutend zunahm, daſs der Strom eben so im Canale stieg; hinter dem Enclavirungsbaue aber fiel. Ferner sehen wir, daſs die Geschwindigkeit selbst beym niedrigen Wasserstande in dem Leitcanale, welcher kaum dem niedrigsten Wasser gleich ausgehoben werden konnte, und daher den Strom in die Höhe trieb, bedeutend ist. Beobachtungen, wodurch wir mit der Heftigkeit des Stromes, womit er die Ufer und Bauwerke angriff, bekannt werden. Diese war auch so groſs, daſs der Leitcanal im Juni 1806 bereits die Weite von 120 Fuſs, zwischen den hohen und mit Wurzeln verwachsenen Ufern, erreicht hatte. Der Strom brach das rechtseitige Ufer zusehends ab, und riſs die Baumwurzeln fort, als ständen sie kaum im Boden.

Diese Unternehmung wurde nun so fortgesetzt: Zuerst ward der zweyte Leitcanal von O nach P und oberhalb der Faschinenbau I K aufgeführt, um sowohl das Wasser des Eisbaches, als der Isar nicht in die rechtseitigen Fluſsrinnen einfallen und den Strom nicht aus der gewählten Richtung treten zu lassen. Man war eben im Begriff, diesem letztern Bauwerke gegenüber einen Leitdamm aus Faschinenbau auszuführen, als die Isar am 7. July 1806, über die rechtseitigen Bauwerke stieg, und zugleich das linkseitige Ufer von H nach M angriff, daher hier eine Concave verursachte, in der nachher die perpendiculäre Kribbe C angelegt wurde. Bis zum Februar 1807 war dieses letzte Werk sowohl als die übrigen, auf der Karte No. II. bezeichneten Bauwerke vollendet, die zusammen eine Länge von 14764 Schuh ausmachten. Diese 120 Schuh lange perpendiculäre Kribbe C, womit der Strom bis auf 30 Schuh zugebaut wurde, wirkte dergestalt auf die vor dem Werke I K angelegte Kiesbank, daſs der Strom wieder die in dem Plan bezeichnete Richtung erhielt. Dieses Werk versah ich aber deſswegen nicht mit einem Flügel, damit der Eisbach vor demselben sein Bett erhielt (siehe Seite 236.), weil die Perpendiculär-Kribben die Stromrinnen an sich ziehen. Der Erfolg hat diese Absicht vollkommen gerechtfertigt, denn die Isar und der Eisbach vereinigen sich dicht vor dieser Kribbe. Im May 1807 wurde der rechtseitige Correctionsbau von IX. bis X. fortgesetzt, und die oberhalb liegenden Werke von E gegen I zu (siehe die groſse Karte) bis auf einen kleinen Zwischenraum ausgeführt, welches, nach meinem Plan, für den hohen Strom einen Ueberfall bildete, um dadurch die Oberfläche des Wassers in dem Durchstiche zu senken. Das folgende Jahr, als die Vertiefung des Leitcanals eingetreten, und derselbe bis zur rechtseitigen Correctionslinie erweitert war, lieſs ich in der besagten Oeffnung ein Uferbauwerk anlegen. Der so eingeschränkte Strom hatte während eines Jahres das Bett des neuen Flusses dergestalt vertieft, daſs die Oberfläche des Stromes, bey der Bogenhauser Brücke, 11 Zoll niedriger, als zuvor stand. Bis jetzt hat sich die Oberfläche schon um

18 zoll gegen das Jahr 1806 gesenkt, welches also in Hinsicht der Hochgewässer sehr wohlthätig ist.

Da der Strom sich am Ende des Hauptdammes Q R, in den Eisbach zu stürzen drohte, so wurden die Faschinenbauwerke V., VI., im Frühling 1806, angelegt. In eben dieser Zeit liefs ich den linkseitigen Correctionsdamm XIII. bis XIX., mit Faschinen, von acht Schuh über den niedrigsten Wasserstand, auf eine Länge von 2900 Schuh, aufführen, um die, des vielen in Tyrol gefallenen Schnees wegen, zu befürchtenden Sommerfluthen, von dem Englischen - Garten, der sich längs der Hirschaue ausdehnt, abzuhalten, wiewohl dieser Theil des Gartens bis dahin bey allen Hochgewässern überschwemmt worden war. Zur Erreichung dieser Absicht wurde der Faschinenbau XIV., rückwärts von jenem, mit XIII. und XIX. bezeichneten, angelegt, der die alten Flufsrinnen verschlofs. Damit aber der Strom eine gerade Bahn fand, wurde der Durchstich XI. u. XII. ausgehoben. In eben dieser Zeit liefs ich den grofsen Damm Q R auf die oben bemerkte Höhe von 15½ Schuh bringen.

Diese Vorsichtsmaafsregeln waren auch nicht vergeblich, denn Anfangs Augusts 1807 stieg der Isarflufs 8 Fufs, und legte 12 Fufs in der Secunde zurück. Dieses erste Hochgewässer füllte das auf der rechten Seite des Correctionswerkes vor Bogenhausen liegende alte Flufsbett mit Material dergestalt, dafs es im folgenden Herbst gröfstentheils bepflanzt werden konnte, wie diefs auf der grofsen Karte angedeutet ist. Vierzehn Tage später, als der Schnee in den Gebirgen gröfstentheils geschmolzen war, vermuthete man keine höhern Gewässer mehr; aber ein Naturereignifs, welches sich in der Nacht vom 15. auf den 16. August 1807 in der Gegend von Tölz ereignete, nämlich ein fast beyspielloser Wolkenbruch, war nicht voraus zu sehen! Alle Wahrzeichen, die man bis dahin von den hohen Wasserständen der Isar kannte, überstieg oberhalb München dieses von dem Wolkenbruche verursachte Hochgewässer. Am Heinerfelsen, St. Georgi-Stein genannt, welcher mehrere Stunden oberhalb München liegt, hatte die Wasserhöhe vom 16. August 1807, die vom Jahre 1784 um 4′ 2″ überstiegen, und die unerhörte Höhe von 17 Schuh, 5 Zoll über dem niedrigsten Wasserstande erreicht. An dem Grünwalder Pulvermagazin, vier Stunden oberhalb München, war sie 3′ 7″ höher, als in den Jahren 1766 und 1788, welche bis dahin die höchsten Wasserstände gewesen waren. Oberhalb der steinernen Isarbrücke bey München stand der Strom am 16. August Nachmittags, als er die gröfste Höhe erreicht hatte, 16 Schuh 9 Zoll über seinem niedrigsten Stande; oberhalb der Bogenhauser Brücke 13′ 4″, am obern Theile des neuen Dammes in der Correction nur 9′ 9″; mitten in der Flufscorrection aber acht Fufs 3 Zoll, weiter abwärts in eben dieser Correction, gar nur sieben Schuh, eilf Zoll, über eben diesem Wasserstande; worüber die genauesten Wahrnehmungen und das unten vorkommende Nivellement der unumstöfslichste Beweis ist. Bey Landshut stand am 17. August der hohe Strom 9′, bey Landau am 18ten 8′ 2″, bey

Plattlingen, unweit der Donau, wo die Isar eine Breite von 350 Schuh hat, sechs Schuh eilf Zoll über dem niedrigsten Wasserstand (*).

Dieses oben bemerkte Nivellement der Isar, welches von den obern Ueberfällen oberhalb München bis (siehe die Karte Tab. C.) zum Ende des linkseitigen Correctionsbaues unter Vöhringen im August 1807 *mit der vortrefflichen Schröderschen Wasserwage bewerkstelligt wurde, ist folgendes:*

Bezeichnung der einzelnen Gegenstände, in Beziehung auf die hydrographische Karte und das Profil No. V.	Länge dem Stromstriche nach.		Neigung. No. I. beym Wasserstande, wobey nivellirt wurde 3' über den Nullpunct.		Neigung. No. II. beym höchsten Wasserstande.		Die Neigung verhält sich zur Länge wie 1:	
	Fuſs.	Z.	F.	Z.	F.	Z.	bey N. I.	bey N. II.
Von den obern Ueberfällen bis zum Floſsablaſs d. i. von B — C	6070	—	17	6	10	—	346	607
Bis zu den 2ten Ueberfällen C — D . . .	6260	—	10	2	4	11	615	1273
Bis zu der Isarbrücke D — E	1495	—	6	4	2	5	236	618
Bis zum Abbrechen E — F	2150	—	6	—	6	4	358	339
Bis zur Bogenhauser Brücke F - G	5690	—	9	4	14	8	609	388
Bis zum Anfange des neuen Dammes G — A .	2055	—	5	2	7	9	397	265
Bis zum Ende des Dammes A — B	2660	—	5	10	7	10	476	339
Bis zur Fangkribbe VI — L .	1525	—	3	2	5	5	481	281
Bis zum Ende des Baues an der linken Seite K — L — XIX.	6290	—	18	—	17	0	349	359
Summa	34195	—	81	6	76	10		

Die Bauwerke an der Isar liegen über dem niedrigsten Wasserstande.	F.	Z
Die obern Ueberfälle vorne .	7	4
*) Rückwärts	10	6
Der Floſsablaſs	3	2
Der Canal . .	5	6
Die dritten Ueberfälle vorne	5	6
**) Rückwärts	8	3
Die Bögen an der Isar - Brücke rechts . .	17	6
Die Bögen links	19	1
Die Bogenhauser Brüche . .	15	6
Der Damm am Anfang . .	16	2
— — am Ende	12	11
Die Fangkribbe VI. liegt in der Mitte hoch .	5	2
Der Bau am Ende linker Seite	5	6

*) Demnach hat die Sohle ein Gefäll von 3 Fuſs, 2 Zoll, und steht über den Nullpunct 3 Fuſs.

**) Die Sohle hat einen Abhang von . . 2 — 9" und steht über den Nullpunct 3 Fuſs, 2 Zoll.

Das höchste Wasser vom 16. August stand über den niedrigsten höher um	F.	Z
Bey den Ueberfällen . . .	12	4
Bey dem Floſsablaſse . . .	12	1
Bey den 2ten Ueberfällen .	15	2
Vor den steineren Isar - Brücken	16	9
Abwärts . .	14	5
Bey dem Abrechen . . .	14	2
Rückwärts .	12	3
Bey der Bogenhauser Brücke	13	2
Abwärts . .	10	11
Am Damme oben	11	4
An dem Ende	9	2
Bey der Fangkribbe VI. .	8	—
Am Ende des Baues C. . .	7	11

(*) Als eine interessante und traurige Notiz will ich hier noch anführen, daſs auch die übrigen Gebirgsflüsse in Baiern von Wolkenbrüchen, die in Tyrol und den Gebirgen fielen, und Häuser, ja ganze Dörfer mit vielen Zentner - schweren Steinen und Kies bedeckten, in der Mitte Augusts, zu einer ausserordentlichen Höhe anliefen. So stand der *Inn* am 16. August bey Fischbach und Rosenheim 12 1/2 Schuh, bey Wasserburg 20', bey Mühldorf am 17ten 20' 8", und bey Neuöttingen 13' 9'. Der *Leck* hatte am 17. bey Landsberg, die für ihn dort bedeutende Höhe von 6' 6" und bey Augsburg 9 1/2 Schuh erreicht.

Diefs Nivellement beweifst, dafs am 16. August 1807 der hohe strom, in der Flufscorrection unterhalb Bogenhausen, am niedrigsten, zwischen Tölz und Landau stand. Es ist mehr als hinreichend, die Meinung derer zu widerlegen, welche der Flufscorrection das Hochgewässer zuschrieben. Diese müssen nämlich beweisen, dafs 7 Fufs 11 zoll mehr als 16 Fufs 9 zoll sey. Denn die letztere wasserhöhe über dem niedrigsten stande, fand oberhalb der Isar - Brücken bey München und die erstere in der Flufscorrection statt. Diese senkung von der oberfläche der Isar hatte unterhalb der Bogenhauser-Brücke, gegen die ehemaligen wasserstände, am 16. August 1807, 5½ schuh betragen. Die Geschwindigkeit kann aber in dem regulär vertieften Bette unbeschadet des Abflufses vom hohen strome sich verringern, siehe den 146. §.

Was die Breite des Isarflufses in seinen regulären Bahnen betrifft, so ist sie, bey 5 bis 6 Fufs Pegelhöhe, in einer Entfernung von 1800 Fufs; (oberhalb München, bey Maria Einsiedel, 320 schuh); unterhalb Freysingen, 9 stunden unter München, 300'; oberhalb Landshut eben so viel; unweit der Isarmündung 350 schuh. Eingeschränkt war sie vormals oberhalb der Bogenhauser Brücke zu 290 schuh. Bey der Münchner Isar-Brücke bleibt zur Profilbreite kaum 200 Fufs; zwischen Thalkirchen und München hat man die Isar auf eine mittlere Breite von einhundert schuh, bey einem wasserstande von 4 Fufs, wie das Profil Fig. V. und die Hauptkarte zeigen, beengt. Also sind diejenigen Personen widerlegt, welche die von mir angenommene weite von 320, als unzureichend erklärten. Ich komme sonach jetzt zu den vorzüglichen Localursachen, welche bewirkten, dafs die am 16. August entstandenen Hochgewässer bey München höher stiegen, als sie gestiegen seyn würden, wenn man den Ablauf des Flusses nicht durch mehrere Hindernisse gehemmt hätte. Sie gehen ganz bestimmt aus dem vorstehenden Nivellement hervor, und bestehen, wie gesagt, in den hohen Ueberfallwehren, dem 8 Fufs zu hoch liegenden Abrechen - wehr F, und der engen grofsen Isarbrücke.

Die beyderseitigen Correctionsbauten wurden nun bis zum Jahre 1810 soweit fortgesetzt, als sie auf Tab. C mit einem starken striche angedeutet sind; so dafs die rechtseitigen werke eine Länge von 11150, und die linkseitigen eine Länge von 14655 schuh haben.

Im Jahre 1808 wurde oberhalb der Bogenhauser - Brücke bey t auf der linken seite ein perpendiculäres werk angelegt, und auf der rechten bey T 1809 ein anderes. Dieses letztere hatte den strom aus der, oberhalb demselben liegenden Concave geworfen, und die sandbank S erzeugt; jenes beschützt den alten Damm, und hat gleichfalls eine Kiesbank bis zu dessen spitze hervorgebracht. Damit der hohe strom, welcher im August 1807 einen von W nach Z in der punctirten Linie gelegenen Damm fortgerissen hatte, zwischen Bogenhausen und der Bogenbauser Brücke nicht eindringen konnte, wurde der auf der Karte angedeutete Damm, der bey der perpendiculären Kribbe T anfängt, in einer geraden Richtung, zwey schuh über die Hochgewässer, aufgeführt.

Wiewohl die Flufsbahn nur auf eine Weite von 320 Schuh bestimmt war, so schweifte der Strom dennoch in derselben von einer Seite zur andern, weil die bey der Bogenhauser Brücke liegenden Kiesbänke zu fest waren, und die Tiefe des Stromes vor dem linkseitigen Damm, oberhalb aber eine Serpentine lag. Ich liefs daher im Jahre 1810 die Flügelkribbe U u aufführen, wodurch der Strom auch hier ein begränztes Profil und eine gerade Bahn erhielt, so dafs nunmehr die Flufsrinne da statt findet, wo sie mit grofsen Puncten auf der Karte angedeutet ist.

§. 206. Der glückliche Erfolg von dieser Flufscorrection bewog die Regierung, die Isar weiter abwärts verbessern zu lassen. Im Jahre 1808 *wurde daher vor dem Dorfe Ismaning*, welches der Strom fortzureissen drohte, die auf der Flufs-Karte Tab. C.) bey A B angezeigten Durchstiche, auf eine Länge von 4900 Fufs, auf 30 Fufs Weite, ausgehoben; die Isar aber mit den angezeigten Faschinenbauwerken zugeschlossen, und in eine gerade Bahn geleitet. Diese Arbeiten sind bis zum Jahre 1811 fortgesetzt.

§. 207. Dem *Dorfe Untervöhring gegenüber (Tab. C) wurde der* Strom, welcher noch im Jahre 1808, das auf der linken Seite gehabte Bett C D verschüttet hatte, und im Jahre 1810 in der Richtung a b c flofs, daher dessen Vereinigung mit dem Schwabinger Bach zu befürchten stand, mit dem Werke 1. 2. (im Frühling 1810) zugebauet.

Da der so abgeschlossene Strom seinen Lauf nach E F fortsetzte, indem auch das alte Bett von 1808, bey H G gänzlich verschüttet war, so wurde im November und Dezember 1810, die Zukribbung 3. und 4. aufgeführt. Weiter abwärts liefs ich in diesem Zeitpuncte eine Serpentine auf der linken Seite von 5. nach 6. zubauen, so dafs der Isar von München an bis zu der vor dem Dorfe Ismaning bewerkstelligte Correction ein regelmäfsiger Lauf gegeben seyn wird, wenn man dem Dorfe Untervöhring gegenüber und gleich oberhalb der Ismaninger Correction noch Leitcanäle mit einigen Bauwerken, anlegt und die Zukribbung 6. 7. aufführt.

Bey diesem Local mufs ich noch bemerken, dafs der, jetzt das Flufsbett bildende, Canal 7. 8. durch Erweiterung alter Flufsrinnen seit 1808 entstanden ist.

Mit dieser, auf die Länge von vier Stunden sich ausdehnenden Correction oder Geradeleitung der Isar, hat man also zwey Dörfer, nämlich Obervöhring und Ismaning erhalten, mehr als fünfzehnhundert Tagwerke dem Strome abgewonnen, die Hochgewässer erniedriget, den Englischen Garten sowohl, als die zwey Stunden weiter abwärts auf der linken Seite des Flufses liegenden Ländereyen und Ortschaften, vor Ueberschwemmung gesichert, und die Flofsfahrt verbessert. Ja, in der letzten Beziehung ist diese Correction so wichtig, dafs die Flösse selbst beym niedrigsten Wasserstande, jetzt in dem vertieften Flufsbette fahren können, wo sie doch zuvor erst einen zwey Schuh höhern Wasserstand abwarten mufsten.

§. 208. *Eine zweyte Flufscorrection der Isar habe ich bey der Stadt Freysing* ausgeführt (siehe Tab. D.), wo ich zugleich eine Bogenbrücke von zwey Oeffnungen, jede zu 159 Schuh erbaute.

Im Jahre 1807 drohte die nach der Richtung I., II., III., IV., V. fliefsende Isar, eine nach *Erding* führende Chaussée anzugreifen, sich bey V. mit dem *Mosach-Bache* zu vereinigen, und selbst auf den niedrigen Theil der Stadt Freysing anzufallen. Ich entwarf daher, nach der Linie x y und VI. u. VII. einen Durchstich, um den Abflufs der Hochgewässer zu beschleunigen. Damit der Strom des neuen Leitcanals von dem linkseitigen Ufer abgehalten werde, wurden die Faschinenbauwerke i g; g h; b w; und q t aufgeführt, und dann die Durchstiche x y und VI. VII., auf eine Breite von 20 Schuh, bis zum niedrigsten Wasserstand ausgehoben. Jetzt liefs ich, um das rechtseitige Widerlager der neuen Brücke fundiren zu können, einen Theil der alten Flufsbahn IV. von f nach d. und von e. nach b, mit einem Faschinenbau abschliessen, wozu eine bey f gelegene kleine Insel den Anfangspunct abgab. So flofs also der Strom in zweyen Richtungen, nämlich nach d und nach a, und jetzt wurde, nachdem jener Bau am 13. October 1807 geschlossen war, die perpendiculäre Zukribbung a aufgeführt, und ein zweytes Werk von b nach w angelegt. Jenseits der Oeffnung d liefs ich den grofsen Faschinendamm d l bey d anfangen, und zugleich von o gegen m arbeiten. Im Winter 1807 wurde der Strom zwischen l und m und bey d zugebauet und die dritte Zuschliefsung bey a erhöht. Auch wurden die kleinen Seitenarme bey p zugebauet und in der davor liegenden Concave ein perpendiculäres Werk aufgeführt.

Ein Hochgewässer hatte aber gleich nach Vollendung des Durchstiches x y denselben mit Kies unglücklicher Weise zugeworfen, und hieraus entstand ein Anfall des Stromes da, wo die perpendiculäre Kribbe r liegt. Die 8 bis 30 Schuh hohen Faschinendämme der Flufscorrection (d. i. ihre Höhe von dem Flufsbett angerechnet), haben eine Länge von 4630 Schuh. Sie ist bis jetzt von der befsten Wirkung gewesen, und wenn die Zeitumstände es zulassen, so wird der Durchstich x y wieder eröffnet, und darin der Strom mittelst Faschinenbauwerken eingeleitet werden.

Weiter flufsaufwärts ist im Jahre 1809 eine perpendiculäre Kribbe XI., zur Erhaltung der Münchener Chaussée aufgeführt. Sie hat in die untere Concave eine Kiesbank geworfen, aber dennoch vor ihrem Kopf eine Rinne liegen lassen, welche mit einer zweyten kleinen perpendiculären Kribbe zugebaut worden ist. So ward also die Chausée und viele Grundstücke erhalten.

Mit der Flufsbahn der Isar gieng indefs im Jahre 1810 eine halbe Stunde oberhalb der genannten perpendiculären Kribbe XI. eine solche Veränderung vor, dafs der Stromstrich, welcher im Jahre 1809 nach der Linie b d e, Fig. 2. Tab. D, flofs, jetzt die Richtung b c hat; wodurch oberhalb jener perpendiculären Kribbe XI. solche Widerströme entstanden sind, die nicht nur allein einen Uferabbruch erzeugten, sondern auch der Flofsfahrt nachtheilig wurden. Da nun, nach den Grundsätzen des

Flufsbaues, oberhalb einem in die Flufsbahn hineintretenden Werke, Widerströme *nicht* geduldet werden dürfen, indem dieselben sowohl der Schiff- als Flofsfahrt nachtheilig sind und den Hauptstromstrich an sich ziehen, folglich das Ablenkungsvermögen der Bauwerke, welches sie auf den Strom ausüben, schwächen; so mufste ich auch hier die Veranstaltung treffen, dafs der Stromstrich vom Ufer abgeworfen wurde. Diese besteht in einer zweyten perpendiculären Kribbe XII., welche, indem ich dieses am Ende Jänners 1811 schreibe, im Bau begriffen ist.

§. 209. An der Isar sind noch zwey Hauptflufs-Correctionen, nämlich oberhalb Thalkirchen und oberhalb dem Dorfe Plattling. Die erstere sehen wir auf Tab. C bey a b c angedeutet, womit der Hauptstrom im Jahre 1805 zugeschlossen wurde, der sich damals in diese Concave eingeworfen hatte. Dieser Bau wird defswegen merkwürdig, weil er der erste, in Baiern, von mir ausgeführte Faschinenbau ist.

§. 210. *Unter allen Flusscorrectionen, die mir bekannt sind, hat wohl keine Correction so viele Schwierigkeiten in den Weg gelegt, als die von mir vom Jahre* 1806 *bis* 1811 *bewerkstelligte Correction des Inns, vier Stunden unter Kufstein, bey den Dörfern Flintsbach und Fischbach. Tab. E.*

Wer die Natur der Bergflüsse untersucht hat, der wird gefunden haben, dafs, sobald sie aus den Gebirgen hervorgetreten sind, sie die daraus mitgeführten Materialien in der ersten flachen Gegend absetzen, und sich daher in mehrere Arme ausbreiten. Dieses Material treibt nun den Strom in die Höhe, der daher ganze Landesbezirke verschlingt; ja! sein Bett bey jedem Hochgewässer verändert. So kam es auch, dafs der Innflufs in der Nähe der Dörfer Flintsbach und Fischbach, im Jahre 1805, zwischen den beyderseitigen hohen Ufern, auf eine Breite von 7600 Schuh ausschweifte, wiewohl ihm nur eine Weite von 350′ zukömmt. Man hatte demselben seit einem Jahrhundert mit Fachwerken von grofsen Baumstämmen, die auf Buschholz gelegt und mit grofsen Bruchsteinen beschwert waren, Gränzen setzen wollen; Bauten, die man Archen nannte. Vergebliche Anlagen, womit der Strom sein Spiel trieb, die ihm kaum ein Jahrzehent widerstanden! Eine solche *Verarchung* war auch auf dem linken Ufer, von dem Felsen, den man *Larstein* nennt, (siehe die Karte Tab. E und Fig. 2,) anfangend, von a nach b, c, d und e erbauet. Als ich im Jahre 1805 wieder in die baierischen Dienste zurücktrat, hatte der Inn zwischen c und d diesen Bau durchbrochen. Er flofs in zwey Hauptarme, die man auf der Karte punctirt sieht, von dem der rechtseitige der *Nufsdorfer*- und der linkseitige der *Flintsbacher-Arm* hiefs. Des erstern seine Mündung lag einen Schuh unter dem niedrigsten Wasserstande; der letztere war aber der Hauptstrom. Er flofs mit 8 bis 9 Fufs Geschwindigkeit bey der Wasserhöhe von 5 Fufs, und hatte 1500 Tagwerke zu seinem veränderlichen Bette eingenommen, die er der Agricultur entzog. Indem er die befsten Fluren verschlang, drohte er auch, das Dorf Flintsbach fortzureissen! Zwischen dem linkseitigen und rechtseitigen Arm befanden sich eine Menge Flufsrinnen und ein ödes

Kiesfeld, das zum Theil mit Erlen und Weiden bewachsen war, welches aber in der Mitte 8 Schuh höher als an den Seiten lag.

Hätte ich den linkseitigen Flufsarm von b nach e zubauen wollen, wozu man vorher, um dies mit einer Arche zu bewerkstelligen, 10279 fl. forderte; so würde der auf die rechte Seite geworfene Strom die flachen, eine Stunde und weiter abwärts Flintsbach, auf dem linken Ufer gelegenen Gegenden fortgerissen haben, weil er darauf hätte fallen müssen. Ja! mehrere Dörfer wären von ihm bedroht, und bey jedem Hochgewässer, die hier 12½ Schuh über den niedrigsten Wasserstand steigen, überschwemmt worden. Bey einem niedrigen Wasserstande hatte aber der in viele Arme zerstreute Strom nicht Vermögen genug, das bey Flintsbach vorbeygehende Fahrwasser tief zu erhalten, wefshalb hier die Schiffe auf den Grund geschleppt werden mufsten wenn der Strom seinen niedrigen Stand erreichte. Es war daher eine *Gerade-Leitung* dieses mächtigen Stromes durchaus nothwendig. Das Unternehmen war allerdings äusserst schwierig, besonders bey der Legion von Gegnern des in Baiern damals unbekannten Faschinenbaues, und nützlicher Unternehmungen der Art. Ja! ich kenne kein Local, weder in Holland noch in Deutschland, welches mit demselben zu vergleichen wäre. Eine glückliche Ausführung mufste es deutlich aussprechen, was sich die baierische Regierung von meinen Anlagen versprechen konnte; und wer hätte nicht glauben sollen, dafs sie auch die Intriganten beschämen würde? Die Wichtigkeit dieser Flufscorrection geht eines Theils aus dem oben beschriebenen Local, und andern Theils, daraus hervor, dafs die Bauwerke, welche sie nothwendig machte, 20616⅝ Kubikklafter enthielten, dafs ferner dazu 721560 Faschinen verwendet wurden, und der Durchstich fg eine Länge von 6400 Schuh, eine Breite von 36 Fufs, und der an dessen unterm Ende hinzugefügte zweyte Leitcanal x y eine Länge von 1000 Schuh hatte. Diesen letztern Canal liefs ich ausheben, um die Geschwindigkeit des Stromes in dem Hauptcanal selbst zu vermehren, siehe S. 211. Der Hauptcanal f g, den ich zur Ersparung der Kosten, in der Mitte, durch ein niedriges Terrain führte, und daher ihm eine kleine Biegung gab, wurde 4 bis 8 Schuh tief ausgehoben. An den beyden Seiten desselben liefs ich mit dem daraus geworfenen Kies zwey Leitdämme zu 6 Schuh Höhe aufführen, um mittelst des so beschränkten Stromes, die Vertiefung im Durchstiche zu bewirken, siehe S. 85.

Der von mir am 11. März 1806 entworfene Verbesserungsvorschlag bestand nun darin: 1) den erwähnten Durchstich auszuheben, 2) von b bis e die Zudämmung des linkseitigen Flufsarmes zu bewerkstelligen, und unterhalb dieser den Faschinenbau längs der neuen Bahn fortzusetzen; nachher niedrige Enclavirungen bey h und i k, so wie im rechtseitigen Arm bey l aufzuführen, dann von der rechtseitigen Windshauser Arche, die bis zum Puncte m reichte, abwärts ein Faschinenbauwerk m n anzulegen, um den Nufsdorfer Arm damit abzudämmen. Dieser Vorschlag erhielt am 17. März die Sanction des Königs. Anfangs Aprils wurde die Aushebung des Durchsti-

ches f g, so wie die Enclavirung von d gegen i mit einem Schöpfwerke angefangen. Dieses letztere Werk sehen wir Fig. 2. im Grofsen dargestellt, und zwar soweit, wie es bis Ende May gekommen, nachdem am 18. der Leitcanal, zu dessen Aushebung der König 150 Mann Militär beorderte, die eben so wie die Civilarbeiter bezahlt wurden, geöffnet worden war. Um das Bett des Flusses, da wo die Enclavirung gelegt werden sollte, gegen Unterwaschung zu sichern, wurden vom 18. May 1806 an drey Sinkstücke S. 267. eingeworfen, von denen wir zweye bey s und t in Fig. 2 Tab. E sehen. Nachdem bis zum 24. desselben Monats 48802 Faschinen verarbeitet waren, stieg der Strom und erreichte im Juny die Höhe von 9 Schuh über seinen niedrigsten Wasserstand, so dafs also weder an die Fortsetzung der Bauten, noch an den Materialtransport zu denken war. Ich ordnete daher die Beschwerung des angefangenen Schöpfwerks mit den Senkfaschinen u, v, w und i an. In dieser zweyten Figur sehen wir nämlich, wie unter die eine Spreitlage die Senkfaschinen v v gelegt waren, und dafs auf diese Spreitlage wieder Senkfaschinen w w gelegt worden sind. Da vorauszusehen war, dafs zwischen den zwo jedesmahligen Endepuncten 2, 3 Fig. 3 der Enclavirung unterhalb Widerströme auf die beyderseitigen Ufer W und W′ anfallen und dieselben unterwaschen würden, so liefs ich vor jedes Ufer ein Bauwerk anlegen. Die nachher erfolgte Wirkung hat die Nothwendigkeit dieser, bey den Zukribbungen grofser und reissender Flüsse in Ausübung zu bringenden Maafsregel, bewiesen. Der hohe Strom hatte das Bett vor dem Schöpfwerke (Fig. 3.) von 15 auf 25 Schuh vertieft, und die Einmündung f des Durchstiches mit Kies zugedeckt. Anfangs Juny wurde also dieselbe zuerst wieder aufgeräumt. Dieses Hochgewässer hatte auch die an dem rechten Ufer liegenden alten Archen zwischen o p (siehe die Karte Tab. E) in einigen Strecken, zusammen auf eine Länge von 119 Fufs, durchgebrochen. Diesen Durchbruch hätte man, wenn das Landgericht die Abgabe der Faschinen nicht verhinderte, mit 1900 fl. zubauen können. Durch dies unerlaubte Verweigern der von Privaten gekauften Faschinen wurde aber der Bau aufgehalten, und der Durchbruch erstreckte sich 550 Schuh, welcher erst im Jahre 1807, mit einem vierfach gröfsern Kostenaufwande, zugebauet werden konnte. Dieses neue Stück ist es nun, welches fast allein von den rechtseitigen Bauten, seit dem Jahre 1806, übrig geblieben ist, denn oberhalb sowohl als unterhalb ist der Archenbau zerstört.

Nachdem der Strom im September 1806 niedrig stand, so wurde der Enclavirungsbau wieder vorgenommen. Es war vorauszusehen, dafs die alte Arche b c Fig. 3. dem Andrange des durch eine Enclavirung aufgestauten Stromes nicht widerstehen konnte, welches auch die Erfahrung nachher bewies, indem jetzt diese Arche zerstört ist. Ich liefs daher die Enclavirung bey dem Puncte b anfangen, und gegen i fortarbeiten, von c nach i aber ein perpendiculäres Werk aufführen, um dem über das Werk b i fallenden Strom keinen freyen Durchzug zu gestatten, sondern das Wasser in dem Raum b. c. i. aufzustauen, auf diese Weise den Strom von der Enclavirung abzuhalten, und seinen

Angriff, der aus dem Ueberstürze entsteht, auf das Bauwerk b. i. zu vernichten. Diese Werke sollten anfänglich auf vier Schuh Pegelhöhe angelegt, und nachher auf sechs Schuh erhöht werden.

Die Jahreszeit, in welcher an dem Inn, des Eisganges wegen, die Bauten nicht fortgesetzt werden können, rückte immer näher. Ich drang daher, in allen belehrenden, an die Localinspection erlassenen Aufträgen, auf die Ausführung der Enclavirung, gab den Beamten, welche ich damit beauftragt hatte, umständliche Vorschriften, verfügte mich selbst zur Baustelle, und mufste leider sehen, dafs, während an der Enclavirung gearbeitet werden sollte, am rechtseitigen Ufer gebauet wurde, und dafs man den Anfang der Enclavirung von b nach i aus Furchtsamkeit, die aus einer geringen Kenntnifs und Mangel an Erfahrung entsteht, um das Doppelte breiter gemacht, als ich die Dimension vorgeschrieben hatte. Endlich brachte ich es, ungeachtet meiner häufigen Geschäfte und anderer Bauten, die meine Gegenwart im Bureau und an der Isar nothwendig machten, zu Ende Dezembers 1806 dahin, dafs der Enclavirungsbau mit Eifer betrieben wurde. Die Wichtigkeit desselben bestimmte mich, einen bereits unter meiner Direction arbeitenden Faschinenbaumeister, auf dessen Arbeit ich mich verlassen konnte, sobald man ihn nur an dieser Enclavirung arbeiten liefs, anzustellen, und mich Anfangs 1807 wieder auf den Bauplatz zu begeben. Ich fand den gemachten Bau von b nach i mit einer Breite von 39 Schuh, bey 4 Schuh Pegel, wiewohl er nur eine Stärke von 18 Schuh hätte erhalten sollen, und noch andere Mängel und Arbeiten, welches alles die Ausführung der Enclavirung verzögerte. Ich gab daher aufs neue in 21 Puncten genaue Vorschriften, wie der Bau geführt werden solle, wenn stärkerer Frost, oder wenn Thauwetter eintreten würde; zeichnete auf beyden Seiten der Enclavirung die Art vor, wie der Bau gelegt werden, und wie die Böschungen und Senkfaschinen darauf befestigt werden sollten, wenn ein starker Frost die Fortsetzung der Arbeit behindern würde, und setzte die obere Breite der Enclavirung zu 18 Fufs fest, um desto schneller mit derselben vorrücken zu können. Die Oeffnung betrug damals noch 50 Fufs, der Bau war nicht nur von b bis i und von c bis i, sondern auch von d gegen i, 30 Schuh weiter gekommen; die Tiefe betrug 15½ bis 19½ Schuh. Ich liefs auch die äussere Böschung des Schöpfwerkes verstärken, weil dieses wenige Böschung hatte. In einer schriftlichen Instruction sagte ich dem Local-Bauinspector unter andern: „wenn der Frost nicht zu tief in die Erde dringt, dafs die Leitcanäle, (die damals noch kein Wasser schöpften) von dem darin geworfenen Strom ausgerissen und vertieft werden können, und dafs man noch das Beschwerungsmaterial mit der Rotthacke und der Schaufel bequem erhalten kann, so mufs die Enclavirung zugebauet werden. 2) Weil der zusammengepresste Strom das Schöpfwerk stark angreifen und unterwaschen wird, so soll dessen Fufspunct 39 Fufs vorwärts gerückt, und dessen Kopf mit vier, 36 Schuh langen und mit Steinen gefüllten Senkfaschinen, die darauf mit 8 Schuh langen Pfählen zu befestigen sind, beschwert werden. 3) Alle

zerstreut stehenden Faschinen müssen zum Bauplatze kommen, und da es dennoch an Material fehlen wird, so ist die letzte Spreitlage des Enclavirungsbaues von dem Puncte b an, wo sie um das Doppelte zu breit ist, wegzunehmen und zu ihrem Zuschlusse zu verwenden. 4) Wenn der Frost die Fortsetzung des Baues hindert, so sollte auch das dem Schöpfwerke gegenüberstehende Ende der Enclavirung mittelst mit Steinen gefülltenSenkfaschinen, und zwar auf der rechtseitigen Böschung mit 5, und auf der Spitze mit 8, beschwert werden, welche nicht nur darauf befestigt, sondern auch noch mit einer Spreitlage überzogen werden sollen.

Ich kehre jetzt nach dieser Einschaltung der damals gegebenen speziellen Vorschriften zur Baugeschichte zurück. Dem von oben stromabwärts gehenden Theile der Enclavirung hatte ich schon vorher eine solche Richtung gegeben, daſs er mit seiner innern Kronenlinie auf die äussere Kronenlinie des Schöpfwerkes gerichtet war. Der Erfolg dieser groſsen Unternehmung und die damit verbundene Oeconomie beruhte gröſsten Theils auf dem schnellen Zuschluſse dieses Bauwerkes oder der Abdämmung des Stromes. Muſste nämlich dieses unvollendete Enclavirungswerk den Eisgängen widerstehen, so war die Verlandung des gröſsten Theils vom Leitcanal und die Vertiefung des Fluſsbettes zwischen den beyden Endpuncten der Enclavirung vorauszusehen, weil die Sohle des Leitcanals gegen das Bett der längs dem Dorfe Flintsbach gehenden und abzubauenden Serpentine zu hoch lag. Auch ist bey Flüssen (wie der Inn) die mit gröſserer Geschwindigkeit als 5 Fuſs strömen, eine Geradeleitung ohne Zubauung der alten Fluſsarme ganz unthunlich. S. §. 200.

Die oben angeführten Rücksichten bewogen mich abermals, am 22. Januar 1807 nach den Inn abzureisen, wo ich am 22. um 2 Uhr des Nachts, auf der Baustelle, eintraf. Folgendes sind die Resultate der Untersuchungen, die ich gleich bey Tagesanbruch anstellte. Der zwischen den zwey Enden des Bauwerkes, womit der Innfluſs zugebauet werden sollte, ziehende Strom, hatte eine Geschwindigkeit von 12 Schuh in der Secunde. Die Oeffnung betrug noch 35 Schuh; die Tiefe in der Nähe des Schöpfwerkes 34 Schuh 2 Zoll, und auf 20 Fuſs Entfernung, 36 Fuſs 8 Zoll. Der Strom zog mit einer Geschwindigkeit von wenigstens 10 Schuh, unter die schwimmenden Lagen des Haupttheiles, wo sie auf eine Breite von 88 Schuh flott lagen, durch, S. Tab. E. Fig. 3. Er machte dann gleich hinter dem Bau eine Aufströmung, die sich in viele Wirbel theilte. Die Mündung f des Leitcanals, die nur zwey Schuh über dem niedrigsten Wasserstand ausgehoben worden war, nahm um Mitternacht am 22. das Wasser, nur um einige Zoll hoch, auf. Vor dem Bau stand der Inn um einen Schuh höher als dahinter. Ich ordnete die Auswerfung der Lagen stromwärts und die Einziehung der innern Böschung an, um so den Strom von der Oeffnung ab und in den Leitcanal zu führen. Hierdurch ward also der obere Bau b 1 mehr vor das Schöpfwerk herausgelegt und den in §. 176. aufgestellten Maximen entsprochen. Da der Frost die Beyschaffung des groben Kieses (wovon der Kubikschuh 85½ ℔ wog) sehr erschwerte, so

wurde auf denjenigen Theil der äussern Böschung, welcher eine starke Beschwerung tragen konnte, selbst vorwärts den vorher gelegten Senkfaschinen, kleine und grofse Steine von 3 ℔ bis zu 20 Centner abgestürzt, und den Tag über, drey Kiesnachen, jeder vier Kubicklafter tragend, auf den innern Theil des Baues geworfen, um die durch den Bau gehende Strömung zu verhindern, und eine Stützwand für den vordern Theil desselben zu formiren. S. S. 254. Den 23. Vormittags waren die flott liegenden Lagen des Hauptbaues beynahe bis zur Flottlage des jenseitigen Schöpfwerks, selbst bey der heftigen und anhaltenden Grundströmung und der Aufstauung des gesammten Stromes, die einen Schuh eilf Zoll betrug, gekommen, und es war die Oeffnung mit drey Flottlagen belegt, der Strom staute sich jetzt zwey Schuh drey Zoll auf. Um die Grundströmungen unter dem Bau, der bereits daselbst, wo die gröfste Tiefe von 36 Schuh 8 Zoll war, 12 Lagen hatte, zu mäfsigen; den Strom noch mehr aufzustauen und den Eisgang so wie die Wassermasse in dem Leitcanal, der zwar mit Wasser gefüllt, aber auch mit Eis bedeckt war, zu befördern: ward die linkseitige oder untere flott liegende Böschung, in Ermanglung des groben Kieses, mit Steinen, die als Vorrath in der Nähe des Baues lagen, beworfen. So wie sich diese Böschung senkte, entfernte sich die Durchströmung durch den Bau merklich. Auch auf der vordern Böschung wurden grofse Steine geworfen, der innere Theil der obern Spreitlagen aber mit 25 Kubikklafter Kies beschwert, um eine Stützwand gegen den vordern Theil zu bilden. S. S. 254. Der Bau senkte sich sehr stark, die Aufstauung des Stromes nahm zu, und gegen Mitternacht hob sich die Eisdecke in den bereits zwey Schuh tiefen Leitcanälen, durch die jetzt der Strom zog. Ueber die Flottlage des Enclavirungsbaues strömte in einer Breite von 30 Schuh die über zwey Schuh aufgeschwellte Strommasse, einen Schuh hoch, während derselbe abermals mit einer Faschinenlage überzogen ward. Die durch die Oeffnung stürzenden Wässer nahmen in Wirbeln ihre Richtung auf die mit einem Faschinenbau gedeckte Uferecke W Fig. 3., dessen Böschung aber nicht hinreichendes Beschwerungs-Material erhalten hatte; daher wurden etwa 10 Kubikklafter Steine darauf geworfen, wodurch derselbe gegen alle Unterwaschung, selbst, wenn der hohe Strom perpendiculär über das Hauptwerk fallen würde, gesichert wurde. An diesem Tage liefs ich drey Spreitlagen auf dem Bau befestigen, und die innere Böschung noch mehr mit Steinen beschweren. Das Werk senkte sich bedeutend, und um mit den Faschinenlagen über Wasser zu bleiben, war es Nachmittags unmöglich, den vordern Theil mit Steinen, oder mit Kies zu beschweren. Die Eisschollen, welche sich vor dem Schöpfwerke 2 Fig. 3. an beyden Tagen in Wirbel drehten, trieben auch an diesem Tage unter dem Bau durch, wo er noch nicht auf dem Grund lag, ohne denselben im mindesten zu beschädigen. Die Aufstauung des Stromes vor der Enclavirung nahm, je nachdem der Bau vorrückte und auf den Grund sich senkte, zu. Gegen Abend betrug sie zwey Schuh vier Zoll Höhe. Es wurde auch diese Nacht über gearbeitet, und man konnte bey dem hellen Mondschein den lebhaften Zug in dem Leit-

canale beobachten, dessen Tiefe bereits einen Schuh 9 zoll bis 3 Schuh betrug. Es waren diese zwo feyerliche Nächte; die prachtvollen mit Schnee bedeckten Gebirge waren bey dem Mondenschein sichtbar; und die Feuermassen, welche man unterhielt, um die ganze Arbeit genau zu beleuchten, damit alles Unglück bey einer so gefahrvollen Arbeit verhütet ward, spiegelten sich in dem majestätischen und ruhigen Strom vor dem Bau und in den Wirbeln, die wir in Fig. 3. unterhalb demselben sehen. Das unter dem flott liegenden Theil des Baues durchströmende Wasser machte ein gewaltsames Geräusch, welches man auf 1000 Schritte hörte, und eine Strömung, die sich in grofsen Wirbeln drehte. Wie wohl dieselben nicht mehr so bedeutend, wie am 22. um 2 Uhr Morgens, waren, so machten sie doch, wenn man sich an das Ufer so stellte, dafs sie von den Arbeitsfeuern beleuchtet wurden, eine der interessantesten und schauerlichsten Naturscenen, die man sehen konnte, und die mich für alle bey diesem Bau gehabten Strapatzen und für allen Verdrufs belohnten, indem durch sie der gewaltige Strom noch seine letzten Kräfte aufboth, die Wissenschaft zu besiegen. Aber sie waren vergebens verschwendet, so wie die Bosheit derer, welche diese der Regierung *seiner Majestät des Königs* würdig seyende Bauunternehmung überall zu verläumden, bemühet gewesen waren. Auf dem Bau und in der Nähe desselben war in dieser Nacht alles in Bewegung. Von den 168 Arbeitern schien gleichsam jeder durch das ausserordentliche und ihm ganz neue Schauspiel gröfsere Kräfte zu erhalten. Grofse und kleine Schiffe fuhren oberhalb dem Bau auf der ruhigen Wasserfläche, um Kies zu transportiren, und unterhalb demselben wäre es selbst dem geschicktesten Steuermann unmöglich gewesen, mit einem Schiffe die Wirbel und Aufströmungen zu passiren, ohne davon verschlungen zu werden. Der von oben abwärts geführte Bau war mit einer Spreitlage überzogen, die man Morgens mit dem Material, welches ein vor dem Bau liegendes Schiff in der Nacht gebracht hatte, beschwerte. Dies Material wurde aber in meiner Abwesenheit zu weit auf den vordern Theil geworfen, so dafs sich derselbe sechs Schuh unter Wasser senkte, der eigentlich hätte flott bleiben sollen. Als diese Absenkung geschehen war, wodurch jedoch der Zusammenhang dieses Baukörpers um nichts litt, da sie nur die Ausschüsse betraf, wurde auf den immer flott liegenden Theil bereits die achtzehnte Faschinenlage gelegt. Der Strom schwoll, seine letzten Kräfte versuchend, vor dem Werke zusehends auf, die Geschwindigkeit und Tiefe in den Leitcanälen nahm zu, die Strömungen durch und unterhalb dem Bau waren sehr mäfsig; die Wirbel wurden kleiner, und entfernten sich immer weiter von der innern Böschung, die ich fortdauernd mit Steinen beschweren liefs.

Es konnte daher mit Grunde behauptet werden, dafs der Bau sich gröfstentheils auf das Flufsbett gesenkt hatte, welches auch eine am 25. Mittags gemachte Tiefenmessnng bewies. Man umschlofs jetzt von neuem den vordern Theil des Schöpfwerkes mit einer Ausschufs- und Spreitlage. Wiewohl der Strom zwey Schuh eilf Zoll

aufgestaut war und dessen mächtige wasserwand gegen den Bau anstand, so wurde dennoch auch stromabwärts gearbeitet. Das anhaltende Schneegestöber, der zwey Schuh hoch liegende Schnee, so wie der schneidende Wind schien die Fortsetzung der Arbeit unmöglich zu machen; aber Beharrlichkeit überwindet jedes Hindernifs: denn ich hatte diese Zeit über selbst des Nachts den Bau vom 22. an nicht verlassen. Alle Arbeiter, die in dem engen Kreise von wenigen hundert Schritten mit angestrengter Thätigkeit zum vorgesetzten Zweck wirkten, waren des günstigen Fortgangs dieses Baues wegen, munter und fröhlich. Zugleich ward der an der rechten Seite des Haupt-Leitcanals in einer Seitenvertiefung liegende Bau erhöht. Allen bey den Bau Mitwirkenden, selbst mir waren die genäfsten Kleider auf dem Leibe angefroren, jedermann setzte sich der rauhen Witterung mit Vergnügen aus, und am 24. Nachmittags um 3 Uhr befuhr ich zuerst den Hauptcanal zu Schiffe, da derselbe bereits eine Tiefe von 2 bis $3\frac{1}{2}$ Schuh hatte. Bey dieser Fahrt stürzten, von der durch das Schiff verursachten Aufwallung des Wassers, die Ufer hie und da ein. Dieser 6400 Schuh lange Leitcanal wurde in 28 Minuten 25 Secunden, in welcher Zeit die hydrometrische Kugel vor dem Schiff her schwamm, durchschifft. Es betrug also die Geschwindigkeit in der Secunde 3,075 Fufs. Nachdem jetzt die Spreitlagen des obern Baues b i sich vor und an die Spreitlagen des Schöpfwerkes anlehnten, liefs ich nur mit 40 Arbeitern, in der Nacht, den innern Theil erhöhen, weil die Anstrengung und die anhaltend schlechte Witterung den mehresten Arbeitern eine Erholung nothwendig machte. So wie man in der Nacht vom 24. auf den 25. den Bau fortsetzte, nahm die Anschwellung des Stromes vor demselben zu, die bis Mitternacht drey Schuh sieben Zoll und den 25. Morgens um 8 Uhr drey Schuh, acht ein halb Zoll betrug. Die Durchströmung unter dem Bau verlohr immer mehr ihre Kraft, und die Geschwindigkeit, so wie der Wasserstand in den Leitcanälen zunahm. Alles entsprach bis jezt den Absichten bey dieser Unternehmung, und es wurden noch am 25. zwey grofse Schiffe von 108 Schuh Länge mit Kies beladen, um den Bau zu beschweren, der nur noch zwey bis drey Schuh über der Oberfläche des Wassers (wegen ihrer Aufstauung) hervorragte. Auch wurden auf die untere Böschung fünf Cubikklafter Steine herab gewälzt. Die Witterung war weniger günstig, die Gebirge mit dunkeln Schneewolken bedeckt, und man konnte weder auf starken Frost noch Thauwetter rechnen. Vorsicht ist bey allen grofsen Unternehmungen anzurathen, aber beym Wasserbau unentbehrlich; sie geboth auch in dieser Nacht fortzuarbeiten. Bis Mitternacht waren vier Schiffe mit Beschwerungsmaterial auf den Bau ausgeladen, wo er es tragen konnte, ohne von dem Wasser überströmt zu werden. Vor dem jenseitigen Theil oder dem Schöpfwerke waren, in einer Länge von 50 Fufs, zwey bis sechs Faschinenlagen des Baues b i d vorgerückt, nämlich vorwärts sechs und rückwärts zwey Spreitlagen. Unterhalb des Baues hatte jetzt die Aufströmung noch bedeutender nachgelassen, und das Wasser rauschte nur durch die obern Faschinen-Lagen, die man aber nicht beschweren durfte,

weil sie sich sonst zu schnell gesenkt hätten; denn der Faschinenbau erfordert es, dafs die obern Lagen beständig über Wasser bleiben. Die Nacht war still und mondhell, der untere Theil der Gebirge sichtbar, und der obere von Schneewolken eingehüllt; der noch vor fünf Tagen so mächtig strömende Innflufs glich oberhalb dem Bauwerk, so weit das Auge trug, einem See, worin sich die Arbeitsfeuer, die hin und her fahrenden Schiffe, der Bau, und die am Ufer stehenden Faschinenhaufen spiegelten. Unter dem Bau glitt die durch denselben rieselnde Wassermasse, deren Oberfläche sich merklich gesenkt hatte, sanft dahin, und es äusserten sich nur von Zeit zu Zeit einige unbedeutende Wirbel an der Oberfläche. Von dem höchsten Theil des Bauwerkes, dessen Länge jetzt 1650 Schuh betrug, und das in einer Stromtiefe von 8 bis 36 Schuh, und mitten durch den gesammten Innflufs aufgeführt war, übersah man in der Nähe eines Feuers alle Arbeiter in reger Bewegung, hörte nur dann und wann einige Laute, und die anweisende Stimme der Werkmeister. Den 26. Vormittags hatte die Einströmung in die Leitcanäle sehr merklich zugenommen, da hingegen die Durchströmung des Wassers durch den Bau vermindert war. Da der aufgeschwellte Strom, 300 Schuh unterhalb der Enclavirung, einige alte Rinnen aufsuchte, so wurden diese zugebauet, und der Bau selbst abwärts verlängert. Als bey dem Froste der Kies nur mit gröfsern Ausgaben gewonnen werden konnte, indem er aufgehauen werden mufste, und beym Thauwetter die Hochgewässer die Vollendung des Hauptbaues verhindern konnten, folglich bey dieser Jahreszeit es nothwendig war, den Bau zu vollenden, so wurden von dem Landgericht 200 Arbeiter gegen den gewöhnlichen Taglohn, auf vier Tage, requirirt. Diese Maafsregel war um so nothwendiger, da sich die Zahl der Arbeiter ungeachtet der Zulage von vier Kreuzern, wegen der Witterung, bis auf 100 vermindert hatte. Es wurden den Tag über noch die Spreitlagen auf den Hauptbau befestigt, und da, wo die gröfste Tiefe ist, mit einer Lage, 45 Schuh weiter in den Strom gerückt, um die Fufslinie der vor drey Tage versenkten Lage zu erreichen, sobald man diese beschwert haben würde. Der innere Theil des Baues selbst wurde mit vier Schiffen Materials und grofsen Steinen beschwert, so dafs er sich am Abend der Oberfläche des Wassers gleich senkte, und noch eine Spreitlage gelegt werden mufste, um ihn über der Oberfläche des Wassers zu erhalten. Die Arbeiter bedurften jetzt einer Erholung; es wurde daher nur eine Stunde über die gewöhnliche Zeit gearbeitet. Der am rechtseitigen Ufer in einer Vertiefung aufgeführte Bau ward an diesem und dem folgenden Tage mit Material beschwert, damit der aufgeschwellte Strom auch hier nach Nufsdorf zu, nicht eine neue Bahn sich graben konnte. Am 27. bis Mitternacht wurden 13 Schiffe mit Kies beladen, und auf den Enclavirungs-Bau ausgeleert. Die Arbeiter, deren Zahl sich auf 230 belief, waren überall zweckmäfsig angestellt, und um 11 Uhr Vormittags folgendes vortreffliche Austiefungsmittel bey dem Hauptleitcanal angewendet. Zwey 245 Pf. wiegende Schiffsanker, wovon das kleinere auf das

größere dergestalt gebunden wurde, daſs zwey Flügel des erstern in den Grund eingriffen, wurden mit sechs starken Pferden, durch den Leitcanal geschleppt. Diese Anker schoben den Grund, in 2½ Schuh tiefen Geleisen, vor sich hin, und vermehrten die Tiefe von der Mitte des Canals, wenigstens um einen halben Schuh, nachdem die Anker zweymal abwärts und aufwärts gezogen waren. Die mittlere Geschwindigkeit war heute im Leitcanal 4,0303 Fuſs, folglich um 0,9552 Fuſs gröſser, als am 24. Nachmittags. Die Tiefe des Leitcanals betrug zwey Fuſs fünf Zoll bis vier Schuh.

Da der Mond heute nicht mehr diese Arbeit beleuchtete, und sechs groſse Feuer die Arbeitsscene nicht mehr vollkommen erhellten; so war dieses die letzte Nacht, in welcher gearbeitet werden konnte, wiewohl bey den kurzen Tagen, und der Ungewiſsheit der Witterung wegen, die sich zum stärkern Froste neigte, es sehr wünschenswerth war, wenigstens noch in zwey Nächten die Arbeit fortsetzen zu können. Das Wasser war an diesem Tage vor dem Bau und in der Mündung des Canals um einen Zoll gestiegen, und die Durchströmung durch den Enclavirungsbau war ein wenig geringer, als am 25. Nachmittags. Am 28. wurde die Arbeit mit 292 Mann, sowohl an dem Hauptbauwerke, als an dem Bau jenseits des Leitcanals bis sieben Uhr Abends, mit ausserordentlicher Anstrengung betrieben, und noch bey den Arbeitsfeuern die vier und zwanzigste Faschinenlage auf der Enclavirung, die sich immer fester zusammendrückte, befestigt, welche dann mit zehn Schiffen Materials beschwert wurde. In dem Hauptleitcanal war das Wasser am 27. u. 28. fünf Zoll gestiegen. Den 29. wurde mit 320 Mann, sowohl an dem Bau der rechten Seite des Leitcanals, als auch an dem Hauptbau, welcher abermals zwey Spreitlagen erhielt, ungeachtet der strengen Kälte und des heftigen in dieser Gegend herrschenden, von den Landleuten sogenannten, *Erlenwindes*, der aus Südwest kömmt, gegen die Gebirge anstöſst, sich dann in dem weiten Innthal einen schnellen Luftstrom macht und so penetrant ist, daſs er durch Mark und Bein geht, fortgearbeitet. Auf der vordern Böschung des Hauptbaues wurden neun Schiffe mit Material ausgeladen. Diese Beschwerung bewirkte, indem sie die Enclavirung besser auf den Grund drückte, den beabsichtigten Erfolg, nämlich eine Verminderung des Durchzuges vom Wasser durch den Bau, eine gröſsere Geschwindigkeit und vermehrte die Tiefe im Leitcanal, welches die Messung am 30. Nachmittags bewies. Nach derselben war die mittlere Geschwindigkeit im Hauptleitcanal 5,0439 Fuſs, dessen Tiefe zwischen vier und sieben Schuh. Der dadurch ziehende Eisstrom hatte vorzüglich die gröſsere Tiefe hervorgebracht.

Der 30. ward einer der interessantesten Tage des Baues; die anhaltende strenge Kälte hatte in der Nacht die von oben kommenden Eisschollen gegen den, der Oberfläche des Stromes gleich stehenden, Bau, der sich immer mehr unter Wasser senkte, getrieben, und so übereinander geschoben, daſs oberhalb den Leitcanälen und dem Bauwerk ein unübersehbares Eisfeld stand. Durch den Hauptleitcanal zogen bald die Eisschollen, bald der eisfreye Strom, wodurch das Bett und die Ufer dergestalt ange-

griffen wurden, dafs der Leitcanal ein trübes Wasser führte, und die Kiesel von ein achtel bis ein Pfund schwer über dem Boden fortrollten. Ueber den Hauptbau strömte das Wasser wie über einen Fels, etwa zwey Schuh hoch, nämlich über denjenigen Theil, dessen obere Lagen noch nicht vollkommen mit Kies beschwert waren, und der eine Breite von 80 Fufs hatte. Vor dem Bau stand das Eisfeld, um fünf Fufs sieben Zoll höher, als das Wasser in der abgedämmten Flintsbacher Serpentine. Zwey Schiffe waren vom Eise auf den vordern Theil des Baues selbst geschoben, die ich am vorigen Abend daselbst hatte liegen, und, wenn sich etwa der Eisgang einstellte, mit Steinen hatte füllen lassen. In dem Eisfelde des beynahe sechs Schuh hoch aufgestauten Stromes lagen noch zwey andere Schiffe, zu denen man nicht kommen konnte, und nur ein einziges Both lag am Leitcanal, womit derselbe, ungeachtet seiner heftigen wellenartigen Strömung befahren wurde, um die Vertiefung zu untersuchen. Dadurch, dafs am 29. die vordere Böschung des Baues sehr stark mit Kies beschwert worden war, hatte alle Grundströmung durch den Bau aufgehört, und nur das überstürzende Wasser machte durch seine Schnelligkeit ein schaudervolles Getöse, und spritzte 10 Fufs empor. So befand sich der Bau des Morgens am 30ten. Da des Frostes und Eises wegen der Faschinenbau nicht mit der Kiesbeschwerung fortgesetzt werden konnte; die Erhöhung desselben sowohl, als eine Beschwerung nothwendig veranstaltet werden mufste, damit der Bau dem zu erwartenden Eisgange vollkommnen Widerstand leisten könnte, d. i. um die obern Spreit-Lagen zusammen zu pressen, die dadurch und darüber stürzende Wassermasse zurück zu halten, und dem Leitcanal nicht zuviel Wasser zu entziehen: so liefs ich die innere Böschung den Tag über mit Steinmassen, wovon einige 20 Centner wiegen mochten, beschweren, und alle Zwischenräume mit kleinen Steinen soviel als möglich ausfüllen. Bereits um vier Uhr Nachmittags war dieser Zweck erreicht, und da das auf dem Werk gestaute Wasser augenblicklich zu Eis fror, so lief auch nicht ein Tropfen Wasser über das Bauwerk und die innern Lagen. Alle Durch- und Grundströmungen war verschwunden, und der zugedämmte Innflufs empfieng nur noch das Wasser, welches ein vor einigen Jahren aufgeführtes, aus Holz mit Steinen gefüllte Kisten bestehendes Werk, (s. oberhalb b, Fig. 2.) durchläfst. Um den Arbeitern, bey der heftigen Kälte und dem schneidenden Winde, eine augenblickliche Erwärmung zu gestatten, hatte ich vor dem in einem Halbkreise 100 Schuh breit aufgestellten Faschinenhaufen, der gegen den heftigen Wind schützte, ein Feuer anbringen lassen, welches alle Arbeiter, die Steine und Material brachten, passiren mufsten. Zu deren Aufmunterung bestellte ich eine reisende Musikanten-Bande, die auf zwey Waldhörnern, zwey Klarinetten und einem Violonchell, in der Nähe des Feuers, den baierischen Marsch, und mehrere Arien aus der Zauberflöte und der Oper Palmira spielten, die ich aus meiner Tasche bezahlte. Die Scene war äufserst malerisch: an dem Feuer die Musik, davor der heftige Wassersturz; rechts ein unübersehbares Eisfeld; auf der linken Seite der noch vor wenig Tagen mit einer

geschwindigkeit von 12 Fuſs in der secunde strömende Inn, jetzt aller strömung beraubt; die Gebirge, wälder und Fluren mit schnee bedeckt, der wie kleine Diamanten funkelte, der weg zum Bau mit arbeitsamen Menschen, welche auf ihren schlitten steine von ungewöhnlicher Gröſse transportirten, angefüllt; das verschwinden des über das Bauwerk stürzenden wassers, und endlich in der Entfernung, die durch den Hauptleitcanal flieſsenden Eismassen. Dieſs alles machte ein interessantes und in seiner Art einziges Gemälde, mehr als des Pinsels vom gröſsten Landschaftmahler würdig! Am 31. des Morgens besichtigte ich den Bau zum letztenmahl, und da jetzt der untere Innfluſs und der Leitcanal vom Eise frey war, indem das Treiben des Eises geendigt hatte, so durchfuhr ich den neuen Innfluſs in 26 Minuten. Dessen mittlere Geschwindigkeit betrug im obern Theil des Durchstiches 5,33 Fuſs in der secunde; im untern Theil aber neun schuh. Die Tiefe und Breite war hinreichend für die schiffe, welche den Innfluſs befahren. Da noch am 20. ein schiff durch den abgedämmten Fluſs gegangen war, so würde die Innfahrt nicht länger, als 10 Tage von dieser unternehmung unterbrochen worden seyn, hätte nicht die Jahreszeit derselben ein natürliches Hinderniſs entgegengestellt. An diesem Tage (am 31ten) wurden noch mehrere steine auf die innere Böschung und auf die oberfläche des Baues gebracht, und nach meiner Anordnung wurden abermals zwey vor dem Bau liegende schiffe, so schwer als möglich, mit steinen beladen, damit der erste Eisgang nicht über den Bau stürzte, sondern durch den Leitcanal gehen muſste, um denselben zu erweitern und zu vertiefen. Noch muſs ich anmerken: daſs die Enclavirung 32 Faschinenlagen erhalten hat, und daſs der Ingenieur bey allen Faschinenbauten darauf sehen muſs, damit keine spreitlage dicker als zwey schuh sey; bey schnellen strömen und Enclavirungen aber, wo möglich, nur die Dicke von einem schuh erhalte. Ich hatte zu dieser äuſserst merkwürdigen unternehmung, von München, zwey Ingenieure und vier Eleven, worunter sich mein ältester sohn befand, der jetzt sieben Jahre dem studium der Mathematik und wasserbaukunde obliegt, mitgenommen, um sie mit der Anwendung der Kunstmittel und ihren wirkungen, so wie mit den schwierigkeiten, welche die Flüsse dem wasserbaukundigen entgegensetzen, durch ein groſses Beyspiel bekannt zu machen, ihnen einige der wesentlichsten Grundsätze des Fluſsbaues, durch die groſsen Erscheinungen bey dieser Anlage, anschaulich zu erklären, um sie endlich für die wasserbaukunde mit glühendem Eifer zu erfüllen, der jedem, welcher sich ihr widmet, entstehen muſs, wenn er die mächtige Natur, so wie hier, von der wissenschaft besiegt sieht.

§. 211. Ich will jetzt das weitere dieser Fluſscorrection darstellen. Der Anschluſspunct der Enclavirung wurde von dem im Februar 1807 erfolgten Eisgang stark angegriffen, und muſste zum Theil mit senkfaschinen erhöht werden. Auf den übrigen Theil dieses Baues setzten sich die Eisschollen 14 schuh hoch auf, so daſs der strom durch den Leitcanal zu ziehen genöthigt war. Im Monat März wurde der recht - nnd linkseitige cor-

rections-Bau fortgesetzt. Nach meinen Vorschriften sollten die Arbeiten mit Nachdruck betrieben werden, welches aber die Localinspection nicht befolgte. Im April trat ein hoher Wasserstand ein. In der Mitte Juni 1807 mufste daher der Bau eingestellt werden, da der Inn bis auf 9 Fufs 2 Zoll stieg. Als ich am 30. July die Bauwerke untersuchte, fand ich die Flintsbacher Serpentine bereits über dem niedrigsten Wasserstand mit Material angefüllt. Indessen war die alte rechtseitige Arche bey Windshausen, in der Mitte Mays, zwischen b und m, auf 60 Schuh durchgebrochen, so dafs der Hauptstrom in den Leitcanal, dessen Breite bereits 100 Schuh betrug, geschwächt wurde. Man wollte diesen Durchbruch zubauen, aber das Landgericht untersagte dem Bauinspector, sonderbar genug, die Verabfolgung der dazu, von Privaten angekauften Faschinen. Er wurde daher immer gröfser und erhielt zuletzt eine Weite von 119 Schuh. In der Mitte Augusts hatte der Strom seine gröfste Höhe erreicht. Er fand, indem er sich über die rechtseitige Au stürzte, bey e nach der Flintsbacher zugebauten Flufsbahn eine kleine Rinne, die derselbe erweiterte, und in drey Tagen auf eine Breite von 500 Schuh, die Erlenau durchbrach, und so in das alte Flufsbett fiel, wiewohl diese Insel hier, zwischen dem neuen und alten Flufsbette, eine Breite von 600 Schuh gehabt hatte. Dieser Durchbruch wurde bis Ende des Jahres zugebauet. Der österreichische Krieg verhinderte nun die Unterhaltung und Fortsetzung des Baues, und erst nach Beendigung desselben konnten die Werke I., II., III., a b c auf der rechten Seite, und IV., V., VI. auf der linken Seite erbauet worden, die dem Endzwecke vollkommen entsprechen. Da dem Werke VI. gegenüber ein bedeutender Theil des Stromes sich auf die rechte Seite wendet, so wird in der Folge auch hier noch eine Zukribbung nothwendig werden; es sey denn, dafs bald Hochgewässer eintreten, die die gerade Bahn unterhalb sehr vertiefen. Zum Schlufse bemerke ich noch, dafs die Oberfläche des Stromes in diesem ganzen Flufsbezirke bey gleichen Wasserständen, 18 Zoll niedriger steht, als Anfangs 1806, da der Strom noch in die zwey anfänglich erwähnten Arme flofs, so dafs also mit Grund vorauszusehen ist, dafs der Strom sein Bett immer mehr vertiefen, und weniger daraus treten mufs! (§. 65. und 146.); ja, dafs man hier künftig mit wenigen Kosten bauen wird, indem das Bauholz von den Inseln und Anhägerungen genommen werden kann. Vor dem Dorfe Flintsbach sind die alten Flufsbahnen gänzlich von Kies und Schlick erhöhet, und gröfstentheils mit Holz bewachsen, dieses Dorf aber allen Gefahren entzogen.

§. 212. Zu den für die Wissenschaft wichtigen Flufsbauten kann der von mir ausgeführte Bau bey Rattenberg im Tyrol, Tab. F., gezählt werden, und ich darf ihn daher hier nicht übergehen. Der Innflufs machte daselbst die Concave a b c längs dem schroffen Felsen. In sie fiel der Strom, die auf der Karte angezeigten Wirbel bildend, und schleuderte die Schiffe, gegen das Felsufer, sobald des Inns Höhe 8 Fufs über dessen niedrigsten Stand erreicht hatte. Nachdem im achtzehnten Jahrhundert hier viele Schiffe gescheitert waren, so äusserte die österreichische Regierung den Wunsch,

diesem uebel abzuhelfen. Als ich Ihren wasserbau dirigirte, und im Jahre 1803 Tyrol bereiste, entwarf ich schon den verbesserungsplan, den ich gewisser verhältnisse wegen, vorzulegen, Bedenken trug, ihn aber wieder hervorsuchte, sobald Tyrol einen Bestandtheil der baierischen Monarchie ausmachte. Nach den im vorigen Abschnitte vorgetragenen Grundsätzen (§. 56.) mufste der strom aus der concave a b c geworfen werden, ohne dem ufer vor Rattenberg selbst nachtheilig zu werden. Ich sah mich daher genöthigt, mitten in der stromrinne und durch die heftigen widerströme, das Bauwerk a d c auf eine Tiefe von 37 schuh, bey einer Geschwindigkeit von 7 schuh in der secunde, aufzuführen, welches allen Eisgängen des mit 12 schuh Geschwindigkeit fliefsenden hohen stromes widerstand leisten sollte. Hierbey mufs ich bemerken, dafs der höchste wasserstand des Inns bey Rattenberg 14 schuh über den niedrigsten beträgt.

Dem Bauwerke gab ich vorne eine eingebogene Linie, damit dasselbe mit dem ufer vor Rattenberg correspondirt, und der strom längs dem Bau und dem stadtufer regelmäfsiger abgleitet. Ich wählte dazu den Faschinenbau, weil nur mit demselben der Bau in solchen heftigen, auf Tab. F angezeigten, strömungen ausführbar war. Der äussern Böschung gab ich 2½ schuh auf einen schuh Höhe, und der innern einen schuh. Die erstere wurde nach und nach mit den, von dem nahen Felsen abgesprengten Kalksteinen beschwert, von denen die kleinsten 3 Zentner, und die gröfsten 100 Zentner wogen. Ich liefs sie auf walzenwägen über eine dazu gemachte Transportbrücke (s. die perspectivische zeichnung Tab. F.) fahren, und dann in den strom, auf die Böschung des werkes, stürzen. Der Anfang dieses 825 schuh langen Baues, dessen obere mittlere Breite 20 schuh beträgt, und der 5 schuh über den niedrigsten wasserstand gelegt ist, wurde am 25. August 1807 mit zehn, drey schuh dicken, und zehn schuh langen senkfaschinen gemacht, von deren construction ich unten näher handeln werde. Bey a, wo dieser Anfang war, steht eine steile, mit werkstücken aufgeführte Mauer; folglich konnte hier der Faschinenbau nicht sogleich construirt werden, sondern man mufste zuvor einen festen Punct haben, von dem zu bauen angefangen werden konnte, wozu die senkfaschinen dienten. S. §. 186. Bis zum 19. Dez. 1807 wurde dieser Bau, wiewohl der wasserstand im July und August dessen Ausführung unterbrach, mit 127200 Faschinen ausgeführt, und in dieser zeit hatte er bereits eine vertiefung von sechs Fufs längs dem convexen gegenüberstehenden ufer bewirkt, und dem strome eine regelmäfsigere Neigung gegeben. Fünfmal besuchte ich denselben, und zum letzten Mahle am 10. Jänner 1808, als seine Majestät der König aus Italien zurückkamen, und über denselben, mit Ihro Majestät der Königinn giengen, wo die letzten Felsmassen auf die äussere Böschung gestürzt wurden. Mit der verbesserung der schifffahrt, die jetzt vollkommen bequem ist, indem der ziehweg über den Bau geht, wollte ich zugleich die Bequemlichkeit der Landfahrt verbinden, das ist über den Bau selbst die chaussée, mittelst eines steindammes legen, sobald der dahinter befindliche Kessel (siehe die Karte und perspect.

zeichnung), von dem über den Bau fallenden Hochgewässer mit Material gefüllt seyn würde. Die gegenwärtige Chaussée steigt nämlich 14 Zoll auf die Klafter und geht durch das enge Stadtthor i. Die Unruhen in Tyrol und der Krieg hat indessen diese für das Publicum so nützliche Sache zurückgestellt.

Ich breche nun die Beschreibung einiger, unter meiner Direction, in Baiern ausgeführten Flufscorrectionen ab, und übergehe mehrere wichtige, wozu der Durchstich der Donau bey Pfahlheim, wodurch die Schiffahrt sehr gewonnen hat, weil sie sonst in einer mit hohen Felsen angefüllten Serpentine ihr Fahrwasser hatte, die dasselbe beym niedrigsten Wasserstande sperrten, gezählt werden mufs.

§. 213. Nur meine in einem grofsen Wirkungskreise auszuübenden Dienstgeschäfte und Reisen werden mich entschuldigen, dafs ich hier erst nachträglich die befste Art zur Verfertigung und Anwendung der Zugbänder, womit die Senkfaschinen gebunden werden, beschreibe, da ich doch solches im ersten Kapitel dieses Abschnitts hätte zeigen können.

Eine Senkfaschine, deren Durchmesser drey Schuh hat, welche mit Steinen, die in nebeneinander ausgebreiteten Reisern gelegt werden, wie diefs Seite 256. beschrieben ist, gefüllt, und in einen heftigen Strom geworfen wird, mufs so fest gebunden werden, dafs sie sich nicht auseinander giebt. Wenn man dieses mit den gewöhnlichen Wippenbänden bewerkstelligen will, so erhält die Senkfaschine, und wenn diese Bände auch nur auf 6 Zoll Abstand angewendet werden, nicht immer die erfoderliche Festigkeit. Man bedient sich daher mit weit mehr Vortheil der *Fischer-Zügel*, welche die Fischer zur Festhaltung ihrer Netze und Anlegung ihrer Fahrzeuge gebrauchen. Ein solcher Zügel, oder ein solches Band wird aus frisch geschnittenen Weidenreisern, deren Stärke 3 — 3½ Linien, und deren Länge drey bis vier Schuh beträgt, folgender Maafsen verfertiget. Es wird ein vier Zoll starker Pfahl a Fig. 13. Tab. B. zwey Schuh tief in den Boden eingeschlagen, den man oben spaltet, und in dessen Spalte ein Hölzchen b gelegt wird, damit dieselbe nicht wieder zusammengehen kann. Jetzt legt der Arbeiter ein in zwey Zweigen auslaufendes Weidenreis c in diese Spalte, steckt zwischen diese Zweige d, Fig. 14., dieses Reises c ein zweytes Reis e, und dreht jetzt diese drey Reiser ein- oder zweymal mit beyden Händen um, nimmt nachher zwey Reiser f g mit der rechten Hand, während er die gedrehten Reiser unter dem Arm hält, dreht dann die übrige Hälfte dieser Flechte, die aus vier bis sechs einzelnen Reisern bestehen kann, mit beyden Händen um, und steckt nachher mit der rechten die genommenen Reiser in die Spalte dieser Flechte. Auf diese Weise fährt er fort, die gedrehten zwo Theile der Flechte abermals zusammen zu drehen, und so kömmt wechselweise der gedrehte Theil nachher unter seinen linken Arm, den er andrückt, damit die Windungen der Reiser nicht aufgehen. Ist auf diese Weise das Zugband, dessen Dicke etwa 1½ Zoll stark seyn kann, das von der dritten Spalte seines Anfanges an, erst diese Dicke erhält, und dessen Ende, wie es Fig. 15. zeigt, einen

knoten bekommt, damit es nicht aufspringt, verfertiget, und wovon der Schuh drey Kreuzer, mit Inbegriff der Weidenreiser, kostet; so ist er zum Gebrauch tauglich. Ein solches Band ist ausserordentlich stark, und daher bei den, Seite 262. u. s. w., beschriebenen Sinkstücken zu Haltringen, so wie auch bey Hänggerüsten aller Art sehr empfehlungswerth.

Die Umlegung und Festschürzung eines solchen Zugbandes um eine Senkfaschine geschieht auf folgende Art. Nachdem so viele Zugbänder, als zu einer Senkfaschine nöthig sind, auf $1\frac{1}{2}$ bis zwey Schuh Abstand neben den Rundhölzern, womit man die Senkfaschinen hebt, gelegt wurden, wie ich diefs bereits Seite 256. beschrieben habe, und das Buschholz, welches den eigentlichen Mantel der Füllmasse bildet, ausgearbeitet ist, auch die aus Kiesel oder Steinen bestehende Füllmasse, und darüber wieder Buschholz gelegt ist, wird zuerst das mittlere Zugband um die Senkfaschine angebracht, damit dasselbe, wenn die Nebenzugbänder angebracht sind, nochmals durch einen Knebel, den man nach den damit gemachten Umdrehungen darin stecken läfst, nachgezogen werden kann. Durch die Anziehung einiger neben dem mittlern oder erst gelegten Zugbande angebrachten Zugbänder wird nämlich die Senkfaschine noch fester zusammengezogen, so dafs das erste Band locker wird.

Man stellt vier Arbeiter zur Anziehung und Schürzung eines Zugbandes an die Senkfaschine und zwar die Hälfte auf jede Seite. Zwey von diesen Arbeitern drücken die Faschine, soviel als möglich, zusammen, von den übrigen zweyen nimmt ein jeder das eine Ende des Zugbandes, stemmt sich mit den Füfsen gegen die Senkfaschine, und wendet zu dieser Anziehung alle Kraft an. Einer von den zwey erstern Arbeitern hält die beyden Theile des zusammengezogenen Bandes auf der Oberfläche der Senkfaschine bey a Fig. 16. fest zusammen, während die dieses Band zusammenziehenden Arbeiter die Enden b c zweymal umdrehen. Die beyden so gedrehten Enden des Zugbandes werden in einer Rundung d gelegt, damit dadurch ein etwa ein Schuh langer und vorne zugespitzter Wrangel oder Knebel darüber bey e und unter das Zugband bey f gesteckt werden kann. Mit diesem Knebel werden hierauf ein oder zwey Drehungen vorgenommen, während die Enden des Bandes g von einem Arbeiter festgehalten werden. Dann erscheint diefs alles, wie es bey h gezeichnet ist. Den Wrangel richtet ein Arbeiter in die Höhe, und steckt vermittelst demselben die oben beschriebenen Windungen zwischen den obern Reisern der Senkfaschine und dem Bande durch, zieht diesen Wrangel heraus, und steckt die zwo Enden g des Zugbandes, wie diefs bey k in der vierten Darstellung gezeichnet ist.

Zur Schnürung eines solchen Zugbandes gebrauchen vier Arbeiter drey Minuten Zeit, die in einem Tage sechs Senkfaschinen von 24 Schuh Länge und drey Schuh Dicke verfertigen können.

DRITTES KAPITEL.

Von den fließenden Gewässern in dem ehemaligen venetianischen, insbesondere von der Verbesserung des Laufes der Brenta, des Bacchiglione, so wie von den zwischen Vicenza, Padua, Verona und dem Etsch-Flusse befindlichen fließenden Schifffahrts- und Entwässerungs-Canälen. Tab. H und I.

§. 214.

Als ich dem Departement des Wasser-, Brücken- und Strassenbaues in der österreichischen Monarchie vorstand, erhielt ich von Sr. *Majestät dem Kaiser* 1803 den Auftrag: das Venetianische zu bereisen, und unter andern, Vorschläge zur Verbesserung der Häfen und Canäle Venedigs, des Brenta-Flusses und der Austrocknung der veronesischen Sümpfe (Vali zerpani), zur Trockenlegung der zwischen Aquileja und der Mündung der Piave befindlichen Lagunen, zur Anlage eines Hafens ohnweit Aquileja an der Mündung des Isonzato, und der neuen Strassen im Venetianischen, worunter die Strasse von Udine nach Tolmezzo über den Monte Croce nach Innichen und die von Vicenza nach Roveredo die nützlichsten Strassen gewesen wären, zu machen. Der zwischen Baiern und dem Königreich Italien abgeschlossene Commerz-Tractat beweist auch evident, daſs ich damals die Nützlichkeit der letztern Commerzial-Strasse richtig gefaſst hatte. Einige Resultate dieser meiner Untersuchung habe ich zwar im vierten und fünften Bande der ersten Auflage dieses Werkes mitgetheilt, aber die Häfen vor Venedig und ihre Verbesserung, so wie die venetianischen Flüsse konnte ich keineswegs anschaulich darstellen, so lange ich dem Publikum nicht eine Karte von dem Local vorlegte, welches in dieser neuen Auflage geschieht.

§. 215. Der bedeutendste Fluſs des ehemaligen Paduanischen ist die Brenta. Er entspringt im südlichen Tirol, tritt in die Seen vor *Coldonazzo* und *Levico*, nimmt den schönen Fluſs *Cismon* auf, und dient unterhalb *Bassano* zur Bewässerung groſser Landesbezirke, wo ihm (beym niedrigsten Wasserstande) vierzehn Bewässerungscanäle die Hälfte seines Wassers entziehen. Würden diese Canäle zweckmässiger eingerichtet, und nur zu denjenigen Zeiten benutzt, in welchen sie wirklich zur Bewässerung unbedingt angefüllt werden müssen, so gebrauchten sie bey weitem nicht diejenige Wassermenge, welche sie gegenwärtig dem Flusse rauben; ja! die *Brenta* könnte bey

strà die ihr weiter abwärts zur schifffahrt nöthige wassermenge erhalten, mittelst welcher das Flufsmaterial abgeführt, und die versandung des Bettes verhindert würde. Den *Brenta*-Flufs könnte man auch mit der Einleitung des *Tergola*, und zwar mittelst des Baches *Piogo* verstärken!

§. 216. In den frühesten zeiten, vielleicht noch im dreyzehnten Jahrhunderte, ergofs sich die *Brenta* bey *Fusine* in die *Lagunen* und bey der seemündung von *Malamocco* ins Meer (Tab. I.) In diesen Bezirken setzte sie das vom festen Lande mit sich geführte Material, welches aus Erde und sand bestand, ab. Damit füllte sie die *Lagunen* an, und drohte selbst *Venedigs* canäle zu versanden. Sey es nun: den Lauf der *Brenta* zu schwächen, welches gerade das verkehrteste Mittel zur Abwendung dieses Uebels war, oder sey es wegen der Anlage der Mühlen bey *Limena* und in *Padua*; genug, man leitete einen bedeutenden Theil des wassers der *Brenta* durch den im Jahr 1314 angelegten canal *Brentelle* in den *Bacchiglione*. Dieser canal hat bey seiner Ausmündung ohnweit *Limena* eine weite von achtzehn Fufs. Diese Mündung sollte mit Balken zugesetzt werden können, wenn die *Brenta* anschwellt, um die Uferlande des *Bacchiglione* gegen die Hochgewässer der *Brenta* zu sichern. Ehemals war auch eine vorrichtung bey *Limena* vorhanden: vermittelst neun schützen, die zusammen eine Oeffnung von 24 schuh ausmachten, schlofs man die Einmündung der *Brentelle* zu. Mir ist es unbekannt, aus welchen Gründen eine solche Einrichtung, womit den Hochgewässern der *Brenta* der Eintritt in den canal *Brentelle* verhindert werden kann, aufgehoben wurde. Seitdem die Hochgewässer aber in diesen letztern canal ungestört einflossen, wurde der *Brenta* diejenige wassermasse entzogen, welche ihr Bett von dem Material hätte reinigen können; dasselbe versandete daher zwischen *Limena* und *stra*, ja es erhielt die Benennung *Brenta-vecchia*. Die Breite der letztern beträgt 80 bis 95 schuh und ihre Dämme liegen 14 bis 15½ schuh über dem niedrigsten wasserstand; 5 bis 6 schuh aber über die Uferlande. Der hohen Lage des Flufsbettes wegen sind sie gleichwohl nicht hoch genug, denn sie werden öfters überstiegen und durchbrochen; daher in den fruchtbaren Gefilden von *Padua* die verheerenden Ueberschwemmungen!

Die vertiefung dieser *Brenta-vecchia* ist also ein dringendes Bedürfnifs. Dieselbe kann bewerkstelligt werden 1) wenn man gleich oberhalb *Limena* diejenige serpentine durchgräbt, welche gegenwärtig den Einflufs der *Brenta* in den canal *Brentelle* befördert, den in die *Brenta-vecchia* aber hindert. (Tab. H.) 2) In dieser letzten müssen bis *strà*, noch drey der Hauptserpentinen durchgraben werden. 3) Das Flufsbett der *Brenta-vecchia* ist dergestalt zu vertiefen, dafs es in demjenigen Abhange, welchen das Bett der *Brenta*, von *Cartarole* an bis bey *Brondolo*, hat, zu liegen kömmt, und den ich den *hydrotechnischen Abhang* (§. 18.) nenne, weil derselbe eine gleichförmige und die gröfstmöglichste Geschwindigkeit des stromes hervorbringt, und wovon ich bereits unten (§. 50.) die wirkung entwickelt habe. Diese vertiefung der *Brenta* wird keine uner-

schwingliche Kosten verursachen, a) weil man mit der ausgehobenen Erde die nothwendige Dammerhöhungen vornehmen kann, b) setzt man die Byfluenz bey *Limena* oder den Canal der Brentelle während den mittlern Wasserständen mit Balken zu, so wird in der Brenta ein Strom entstehen, der den Sand fortwälzen und die Vertiefung des Bettes befördern mufs. 4) Das Bett der *Brenta* müfste auch eine gleiche Breite und zwar diejenige erhalten, welche es unter *Cartarole* zwischen Parallelufern, die dem mittlern Wasserstande gleich liegen, hat. Diese Breite wird etwa 90 Schuh betragen, und man wird daher an einigen Stellen Uferabgrabungen, die zur Erhöhung der Dämme dienen, an andern aber kurze Faschinenbauwerke oder Kribben veranstalten müssen. Endlich müfsten die Dämme der *Brenta* zwey Schuh über die jetzigen Hochgewässer erhöht werden, damit diese nicht austreten, sondern vielmehr das Flufsmaterial im Flufsbette selbst fortwälzen. Hierbey ist noch zu bemerken, dafs auch die oberhalb *Limena* liegenden Dämme zu niedrig sind, und diesen Forderungen nicht entsprechen.

§. 217. Bevor der Lauf der *Brenta* weiter verfolgt werden kann, mufs ich den Lauf des *Bacchiglione* analysiren, weil derselbe mit der *Brenta* in hydrotechnischer Verbindung steht. Der *Bacchiglione* enspringt zwischen *Vivaro* und *Cresole*; er nimmt zuerst den *Timonchio* und *Ozolo*, dann unter *Vicenza*, den *Tessino* auf. Zwischen diesem letzten Bache und *Vicenza* wurde bey *Longara*, aus dem *Bacchiglione*, im Jahr 1365, der Canal *Bisato* abgeleitet, welcher bis zum *Arco di Mezza*, ohnweit *Bataglia*, das Wasser des *Bacchiglione* führt, wo demselben das, durch den im Jahr 1370 angelegten Canal *Battaglia* gleichfalls aus dem *Bacchiglione*, aber bey *Basanello*, geleitete Wasser begegnet, weil sich in der Nähe des aus Mauerwerk bestehenden *Arco di Mezza*, der tiefste Punct des Canalbettes befindet: denn beyde Canäle haben bey diesem Bogen nur ein und dasselbe Bett. Des Canals *Battaglia* Breite beträgt 50 bis 60 Schuh und dessen Tiefe 5 Schuh. Diese Canäle und der *Bacchiglione* umfliessen die Euganäischen Hügel, und sind von *Este* ab schiffbar.

Die Canäle von *Bisato*, *Este* und *Moncelice* haben eine Länge von 146294 paduanischen Schuhen. Ihre Neigung verhält sich zur Länge wie 1 : 3483. Ihr zur Schifffahrt überflüssiges Wasser wird von 4 Ablässen und einigen kleinen Schützen, zwischen *Monselice* und dem *Arco di Mezza*, in andere Flüsse, und endlich in den Canal *Ponte-Longo* abgeführt, und zwar 1) durch die Mühlschütze des *Biancolin* oberhalb dem *Arco di Mezza*. 2) Durch die 15 Schuh weite Schleusse *Bagnarole* bey *Monselice*. 3) Durch die Mühlschütze *della Rivella*, und 4) endlich durch den *Arco di Mezza* selbst. Dieser letzte Bogen ist eine sehr gute Einrichtung zur Entlastung des Canals *Battaglia*. In dieses Canals linkseitiges Ufer ist nämlich der 16 Schuh weite Bogen gemauert, der zum Grundablafs dient, und mit Aufziehschützen verschlossen werden kann. An dessen Seiten befinden sich ferner drey Gerinne mit Aufziehschützen, worin 12 Räder zur Treibung einer Papier- und mehrerer Kornmühlen liegen. Gegen *Este* zu, in der Entfernung von 140 Schuh von dem *Arco di*

mezza, liegt ein 4 Schuh breites Grundschütz, und gegen *Padua* zu liegen in der Nähe dieses Bogens drey andere Grundschütze, deren gesammte Weite 6 Schuh beträgt. Das durch alle diese Ablässe geführte Wasser fliefst in dem oberhalb *Bovolenta* gehenden *Fiume-nuovo* und in den Canal *della cagnola*, welcher sich bey *Bovolenta* mit dem von *Padua* kommenden *Bacchiglione* vereinigt; von wo die Gewässer den Nahmen *canal di Ponte-longo* haben. Der andere Ast des Canals *Battaglia* oder des Canals *Monselice*, wird bey der Schleusse von *Bagnarola* dann geöffnet, wenn es seine Wasserhöhe erfordert. Ist diese Schleusse geschlossen, so treibt das abfallende Wasser vier Mühlräder, und die Mühlen von *Pernumia*. Das in dem Canal *Battaglia* von *Monselice* fliefsende Wasser treibt dann drey Mühlräder bey *Rivella*, und der Rest fliefst nach dem *Arco di Mezza*, wo demselben, wie gesagt, das von *Basanello* aus dem *Bacchiglione* abfliefsende Wasser begegnet.

Ich kann mich hier der Bemerkung nicht enthalten, dafs ich die beym *Arco di Mezza* befindlichen Mühlen schlecht eingerichtet gefunden habe. Besonders könnte die dortliegende Papiermühle sehr verbessert werden. Würde bey diesem Bogen eine Kammerschleusse erbauet, so könnte die Schifffahrt von *Este* nach *Brondolo* gehen, jetzt aber müssen die Baumaterialien, welche man hier transportirt, beym genannten Bogen umgeladen werden. Vorzüglich wichtig würde hier die Anlage einer Kammerschleusse werden, wenn man den von mir vorgeschlagenen Leitdamm C D E Tab. I, vor Venedig, anlegte, weil die dazu erforderlichen Materialien, d. i. die aus den Steinbrüchen dortiger Gegenden gewonnenen Steine und das auf den Euganäischen Hügeln gehauene Faschinenholz von *Monselice* nach *Brondolo*, und von da durch die Schleusse bey *Brondolo* nach den Canal von *Paelestrina* u. s. w., zu Wasser transportirt werden können.

§. 218. Ehe ich den Canal *Battaglia* verlasse, mufs ich noch bemerken: 1) Dafs dessen Uferlande, besonders bey *Battaglia* selbst, sehr niedrig liegen, nämlich die linkseitigen einen bis sieben Schuh unter dem mittlern Wasserstande des Canals: 2) dafs seine Dämme neun Schuh hoch sind; die Dämme wegen der fehlerhaften Einflufsmündung des Canals aus dem *Bacchiglione* bey *Basanello*, oder wegen des unbegränzten Theilungspunctes, wodurch in den Canal leicht eine zu grosse Wassermasse einströmen kann, sehr sorgfältig unterhalten werden müssen. 3) Dafs unter dem Canal *Battaglia*, ohnweit dem *Arco di Mezza*, zwey Bäche mittelst Aquäducten geleitet sind: nämlich die Bäche von *Pigozzo* und *Sette*. 4) Dafs man den *scolo ritrato* und *scolo delle Valli* bey *Rivella*, unter eben diesem Canal mittelst eines gemauerten Aquäducts durchgeführt hat.

§. 219. Bereits im vorletzten §. wurde erwähnt, dafs der eigentliche Canal von *Bisato* nur von *Este* ab schiffbar sey: wie dies zugeht, mufs also jetzt erklärt werden. Auf demselben hat man nämlich fünf Ziehschütze oder Archen zur Ablassung des Hochgewässers, aber keine Kammerschleussen oder Schiffsdurchlässe, wohl aber Mühlen angelegt: nämlich bey *Costozza*, *Castagnaro*, *Nanto*, *Barbaran* und *Albetton*,

welche auf der Karte Tab. H. angedeutet sind. Von dem letzten Orte an, aber noch bequemer von der Einmündung des *Frassine* oberhalb *Este* ist der Canal *Bisato* schiffbahr. Er führt unterhalb *Este* den Nahmen nach dieser Stadt. Dessen Tiefe beträgt von *Este* bis *Longara*, während der Dürre, zwey Schuh sechs Zoll, dessen Breite ist 33 Schuh. Bey der Mündung des *Frassine* ist eine Schützschleuse angebracht, um dem Wasser des *Bacchiglione* oder des Canals *Bisato* den Eintritt in den *Frassine* zu versagen, wenn es den Canal *Bisato* zu sehr belastet. Dieses ist indessen kein Hinderniſs, daſs die Dämme dieses Canals selbst nicht durchbrechen, und schädliche Ueberschwemmungen entstehen, die öfters eingetreten sind.

§. 220. Da aber der Canal *Bisato*, wie gesagt, den Hochgewässern des *Bacchiglione* eine zu groſse Wassermenge abnimmt, und bey seinem Austritt über die Ufer, die Entwässerungscanäle von *St. Catterine*, *Frassine*, *Fratto* und *Gorzon* damit belastet, folglich Ueberschwemmungen verursacht: so müſste dessen Einfluſsmündung bey *Longara* mit einer Balkenwand dergestalt zugeschlossen werden können, wie ich dieses i. J. 1810, bey dem Landshuter Durchlaſswehr, in Anwendung gebracht habe. Eine ähnliche Vorrichtung wäre bey der Einfluſsmündung des Canals *Battaglia*, ohnweit *Basanello* zu veranstalten.

§. 221. Aber nicht allein der *Bisato*, sondern auch der *Bacchiglione* selbst verursachte schädliche Ueberschwemmungen und besonders zwischen *Vicenza* und *Padua*. Diese zu verhindern sind vier Mittel zugleich in Ausübung zu bringen. Das erste Mittel besteht in den Durchgrabungen der nachtheiligsten Serpentinen des *Bacchiglione*. Das zweyte in der Anlage von zwey Grundablässen, jeden zu 20 Schuh weit, bey jeder auf diesen Fluſs liegenden Mühle, wovon einer zum Durchfahren der Schiffe eingerichtet werden sollte, wenn man nicht Kammerschleussen anlegen will. Oberhalb des *Bisato*-Ausflusses liegen die Schütze von *Debba*, durch welche der *Bacchiglione* flieſsen muſs. Die Oeffnungen der Mühlgerinne dieses Flusses sind gewöhnlich acht Fuſs breit, und vierzehn Fuſs weite haben die Oeffnungen der mit Ziehschützen versehenen Schiffs-Durchlässe. Diese erniedrigen zwar die Oberfläche des Flusses etwas, sind aber bey weitem zu schmal. Das darin an Ketten hangende Schütz wird vermittelst einer Welle und des daran befindlichen Haspelrades aufgezogen. Diese Vorrichtungen (Schiffsdurchlässe) (*sostegno*), welche bey den Mühlen seitwärts angebracht sind, und wodurch die Schiffe passiren, befinden sich bey *Debba*, *Perarolo*, *Montegaldn*, *Cervarese*, *St. Martin*, *Trambarche*. *Creola*, *Salvazzan* und *Tencarole*.

Das dritte Mittel zur Correction des *Bacchiglione* kann in der Erhöhung der Fluſsdämme, zwey Schuh über die Hochgewässer, und das vierte in der Aushebung des Bettes, bis zum hydrometrischen Abhange, d. i. zum Abhange, den das Bett zwischen *Vicenza* und *Bovolenta* hat, bestehen. Die Weite des Bettes sollte zwischen *Vicenza* und *Padua* 50 Schuh und abwärts zu 40 Schuh seyn, weil diese Weite der Weite, die der Fluſs gegenwärtig zwischen seinen Parallelufern hat, entspricht.

Dafs die Geschwindigkeit des *Bacchiglione*, folglich dessen Vermögen, das Flufsmaterial fortzuwälzen, sich bedeutend vermehren würde, wenn man nur einige von dessen Hauptkrümmungen durchschnitte, diefs läfst bereits seine nicht unbeträchtliche Neigung erwarten. Zwischen *Limena* und der Mündung des *Battaglia* verhält sich nämlich die Neigung des Canals *Brentelle* und des *Bacchiglione* zur Länge, wie 1 : 3250. Solche Durchstiche würden auch die auf dem jetzigen serpentirenden Flusse erschwerte Schifffahrt sehr erleichtern.

Ein anderer Flufsbezirk des *Bachiglione*, ich meyne den, welcher an der Mündung des Canals Battaglia anfängt, durch Padua und bis Bovolenta geht, verdient gleichfalls unsere Aufmerksamkeit. Nachdem der Bacchiglione durch den sechs bis acht Fufs tiefen, und 42 bis 65 Schuh breiten Canal Battaglia (bey Basanello) etwa $\frac{1}{5}$ seines Wassers verloren hat, fliefst derselbe Padua zu, und vor dem Eintritt in diese Stadt theilt sich derselbe in zwey Aeste. Durch zwey gemauerte Bögen (ali corne) geht der eine Ast längs den Stadtmauern, und treibt die Mühlen von Ponte - Corbo, nachdem er sich mit einem Nebenarm des ersten Hauptastes, der durch die Stadt fliefst, vereinigt hat. Dieser Flufsast fliefst nun von Padua unter der Benennung Bacchiglione di Roncajette bis Bovolenta. Dieser Flufs hat, mit dem Flufsbezirk von Bassano bis Padua und Bovolenta, eine Neigung von 30 Schuh 5 Zoll und 4 Linien, die sich zur Länge, wie 1 : 962 verhält. Bey dem letztern Orte mündet sich der Bacchiglione di Roncajette in den Canal Ponte - longo ein.

Der andere Ast des Bacchiglione durchfliefst mehrere Quartiere der Stadt Padua, und bildet dann den geradlinigten Canal Piovego, welcher 60 Schuh breit und vier Schuh tief ist. An dessen Ende bey Stra war die älteste Kammerschleuse Italiens angelegt, wovon man noch jetzt die Ueberreste der Seitenmauern sieht, und die man *irrig* für die erste Kammerschleuse in Europa gehalten hat. Das aber nicht die Italiäner, sondern die Holländer Erfinder der Kammerschleufsen sind, habe ich in der Koniglyke Courans te Haarlem n. 8. den 9. Januar 1808. bewiesen. Ja in Holland bestanden schon im XIII. Jahrhundert solche Schleusen.

Jetzt können wir zum Brenta - Flufs zurückkehren, den wir bey Stra, wo derselbe sein Wasser mit dem des Bacchiglione mittelst des Canals Piovego vermischt, verlassen haben, von wo derselbe nach Dolo fliefst. Bey Dolo liegt eine Kammerschleuse, welche die ehemals bey Stra gelegene Schleuse überflüssig gemacht hat, und wodurch die Schiffe nach Mira, auf der Brenta morte bis Fusina hinabfallen, um nach Venedig zu kommen. Bey Dolo liegen auch mehrere, mittels des Falls der Schleuse getriebenen Mühlen. Ehe man nach Fusina kommt, sind noch folgende Wasseranlagen zu merken: 1) der Taglio di Mirano, ein aus dem bey Castel - franco vorbeyfliefsenden Bache, Muson, im Jahr 1606 abgeleiteter Canal. Er treibt die Mühlen zu Mirano, wird von dieser ab schiffbar, und speifst die Brenta - morta, wohin auch die unter jenen Canal durchgehende Sergola, so wie der Lusore und der Musonvecchia fliefst. Ferner

sind auf der Brenta - morta zwey Stauthore, nämlich: bey Mira und das zweyte bey Moranzan P. C. auf Tab. H. Unter dem Drempel fliefst das Wasser des 1612 angelegten Canals soprabondante del Muson - vecchia unter die Brenta - morte durch, in den Canal sotto - bondante, der bey Dugoletto in die Lagunen fliefst, und hier schiffbar ist.

Ehemalt und zwar 1488 ergofs sich der Brenta - Flufs bey Fusina in die Lagunen, und da derselbe diese, so wie Venedigs Canäle, zu versanden drohte, entschlossen sich die Venetianer, ihm von Dola ab, über Corte nach Conche ein neues Bett zu graben, welches man die Brenta - nouva, oder den Brenton nennt. Dafs man diesen Canal anfänglich bey Conche in die Lagunen führte, dessen ist die Benennung des daselbst noch jetzt eintretenden Wassers, welches die Brenta - vecchia heifst, ein Beweis. Später hat man daher den Brenton ohnweit Brondole ins Meer geleitet, nachdem er sich vorher bey Bianca mit dem Canal Ponte - Longe vereinigte, weil wir anch hier die Benennung Brenta - vecchia antreffen.

Die Brenta - nuova wurde (1488) oberhalb Dolo aus der Brenta und nicht weit von dem kleinen Bach Brentelle; der ohnweit Stra entspringt, bey Conche unter das Bett des Brenton und den Brenta - novissima durchfliefst, und sich in die Lagunen ergiefst, gegraben. Unter dem Brenton wurde auch bey Corte das Binnenwasser mittelst eines Durchlasses in die Lagunen abgeführt, und später unter den Canal Brenta novissima mittels des Durchlasses (P. C.) bey Lova.

Die Brenta nuova, oder der Brenton, mufs gleich anfänglich nicht regelmäfsig ausgehoben seyn. Bey Corte beträgt ihre Breite nämlich 179 Schuh, bey Codovigo 150, bey Chiosa di campagna 225 Schuh, wenn gleich die Brenta bey Stra nur 190 Schuh breit ist. Eben so wenig hat man dem hydrotechnischen Abhange gefolgt, den man doch von Limena an bis zu den Lagunen hätte beybehalten sollen, und wornach die Sohle des Flusses, oder das Bett gelegt werden mufste. So belrägt z. B. der Fall der Brenta, nach der von den Ingenieurs Scolfunroti und Battagliola im Jahr 1786 bewerkstelligten Nivellements, und zwar bey der ordinären Fluth und dem mittlern Wasserstande bey Dolo, welcher daselbst zwey Schuh vier Zoll unter dem, an der Schleuse befindlichen Pegel, zu Limena zwölf Zoll über den Marmorzockel der Pfeiler, und bey Brondolo zwey Schuh eilf Zoll sechs Linien unter der Deeklage des mittlern Pfeilers der Schleusenkammer stand, von Stra his zum Meere achtzehn Schuh acht Zoll und 2 Linien, von Stra bis Limena aber 24 Schuh fünf Zoll und fünf Linien. Die Neigung des ersten verhält sich zur Länge wie 1 : 7400, und des zweyten wie 1 : 2812. Oberhalb Limena bis Cartarole ist dieses Verhältnifs wie 1 : 2560. Der regelmäfsige Abhang von Cartarole bis zum Meere ist also nach eben diesem Nivellement auf 4800 Schuh einen Schuh. Ein Beweis mehr, dafs das Bett der Brenta von Limena bis Stra vertieft werden mufs, um die Oberfläche nach diesem regelmäfsig hydrometrischen Verhältnisse zu senken. Hierdurch wird man also zugleich den Ueberschwemmungen bey Stra vorbeugen können.

Wie nachtheilig aber die Höhe des Bettes der Brenta und des Brenton ist, sehen wir an der niedrigen Lage des Landes. Unterhalb Stra und bey Codevigo liegt dasselbe neun Zoll bis 6 Fuſs 5 Zoll unter dem niedrigsten Wasserstande des Brenton: diese Dämme sollten, wiewohl sie 10½ Fuſs bis 13 Fuſs höher sind, dennoch um zwey Schuh erhöht werden, weil sie gegenwärtig nicht gegen alle Hochgewässer schützen und öfters davon durchbrochen werden. Längs dem Canal von Ponte-Longo liegen die Ländereyen einen bis zwey Schuh 9 Zoll über den niedrigsten Wasserstand, die Dämme aber eilf Schuh 5 Zoll. Des Canals Tiefe beträgt vier bis sechs, dessen Breite (nicht weit von dem Brenton) 95 Schuh. Ja dieser letztere Canal selbst führt bey trockener Jahreszeit fast kein Wasser aus der Brenta bey Dolo und ist daher nur bey hohen Wasserständen schiffbar.

Da es die Venetianer im XV. Jahrhunderte versäumten, in der neuen Brenta oder dem Brenton, durch die Beschränkung des Bettes und mittelst Einführung der mittleren und Hochgewässer, welche ihre Dämme halten muſsten, wenn dieselben die erforderliche Höhe und Stärke gegeben wäre, eine regelmäſsige, dem hydrotechnischen Abhange entsprechende Tiefe zu erhalten, so war die Folge eine *zunehmende Versandung.* Daraus entstanden schädliche Hochgewässer, welche die Dämme zerrissen. Man begieng 1610 abermals einen Fehler, indem die Anzahl der *Fluſsäste* der Brenta mittelst des Canals Brenta novissima vermehrt wurde. Dieser ward Mira gegenüber ausgemündet, und es ist zu vermuthen, daſs man ihn zuerst bey Dolo aus leitete, und die Brenta secca noch Ueberreste davon sind. Gleich bey Mira geht diese neueste Brenta über den kleinen, aber für Venedig nützlichen Bach, *Seriola*, in welchen das Trinkwasser bis Portesine flieſst, wo es auf Schiffen nach Venedig gefahren wird. Er ist gleichfalls im Jahr 1610 gegraben worden. Ferner sind unter der Brenta-novissima noch sieben Entwässerungskanäle durchgeführt, wovon ich bereits zwey Durchlässe, nämlich die Durchlässe von Lova und Conche genannt habe. Die fünf übrigen sind die Durchlässe von Coran, Lugo, Cornio, Lavaizza und Sciocco. Alle diese Durchlässe haben Thore, um den Eintritt der Fluth aus den Lagunen in die innern Canäle zu verhindern. Sie sind drey bis fünf Schuh breit. Längs der Brenta novissima hat die ehemalige Republik Venedig im Jahre 1610 einen Damm aufführen lassen, um den Einfluſs der Hochgewässer in die Lagunen zu verhindern; ein Damm, der mit groſser Sorgfalt erhalten werden muſs, damit die Wasserstraſsen und Lagunen nicht noch mehr mit dem Sande, welchen die Brenta novissima führt, erhöht werden.

Die Anlage der Brenta novissima bey Dolo war deſswegen fehlerhaft, weil dadurch dem Brentone diejenige Wassermasse entzogen wurde, welche sein Material fortwälzen konnte, denn die Profile verhalten sich umgekehrt, wie die Geschwindigkeiten. Man leitete sie daher später aus der Brenta-Morta oberhalb Mira ab. Als man die Brenta novissima ausgrub, hätte ihre Breite 120 Schuh betragen (bis zum mittlern Profil) und ihr Bett in dem allgemeinen Abhange von Cartarole bis zum Meere regulirt, der Bren-

ton aber gänzlich verlassen werden müssen. Alsdann hätte die Flufstheilung bey Dolo bleiben sollen, weil dadurch der Abflufs der Brenta befördert worden wäre. Die Brenta secca entspricht mit ihrer Mündung diesem Erfordernifs. Solche Fehler können vermieden werden, wenn jede Regierung geschickte Wasserbaukundige um Rath frägt und die unkundigen nicht hört.

Wir wollen jetzt, nachdem die zur Verbesserung des Bacchiglione und der Brenta abzielenden Vorschläge aufgestellt sind, zu den Hauptverbesserungen übergehen. Sie müssen nicht nur den Abflufs jener zwey Flüsse bewirken, sondern auch den der Entwässerungs-Canäle: Ponte-Longo, Brenton-Vecchia, des Fossa-Rebosola, des Canaletta, des Canals de Cuori und des im Jahre 1570 gegrabenen Gorzon; mithin den Wasserstaat der zwischen Vicenza, Padua, Verona, dem Etsch-Flusse und den Lagunen liegenden Ländereyen, verbessern.

Da wir nun den Abflufs der vorbenannten Entwässerungs-Canäle befördern wollen, so müssen wir uns an die §. 36., 50., 92., 93., 145. und 158. aufgestellten Sätze binden und untersuchen, in so fern der Lauf dieser Canäle denselben entspricht. Betrachten wir also zuerst die Breite dieser Canäle und dann ihre gemeinschaftliche Mündung. Der Brenton hat eine Breite von 150 bis 170 Schuh und sollte nur 120 Schuh breit seyn. Der Ponte-Longo ist 50 bis 150 Schuh breit: er sollte nur 50 zur Breite haben, denn der Hauptflufs Bacchiglione ist nur 50 Schuh breit. Jene zwey Flüsse, nämlich Brenta nuova oder den Brenton-Flufs und den Canal Ponte-Longo würde ich mit dem Bette des erstern bey Conche vereinigen, wo dasselbe 170 Fufs breit ist. Gleich unterhalb Bianca würde ich das Wasser des Fossa-Rebasola, also auch das der 2ten Brenta-Vecchia darin aufnehmen, und ein Hochgewässer abwarten, welches zeigen würde, ob die Vereinigung der Brenta novissima bey Conche mit dem Brenton zur Reinigung des Bettes, d. i. zur Fortwälzung des Materials durchaus nothwendig sey. Auf diese Weise würde man also, nach dem ersten vorne aufgestellten Lehrsatze der Hydrometrie, das Vermögen des Brenton verstärken, und das Flufsbett vertiefen. Ferner würde ich das Bett der Brenta, von Limena an, nach einem fortlaufenden Abhange vertiefen, wornach sich auch die Durchlässe von Seriola, Corte und Conche richten müfsten, und so den Lehrsätzen §. 36. und 50. entsprechen. Ich würde ferner dasjenige ausführen, was oben zur Verbesserung der Brenta und des Bacchiglione vorgeschlagen ist. Auch wären die Dämme der Brenta, parallel mit dem regulirten Abhange, drey Schuh über dem höchsten Wasserstand, zu erhöhen, und zwischen denselben und dem Flufsbette eine Berme von 30 bis 50 Schuh zu lassen, je nachdem die Hochgewässer dieses bestimmen, und wefswegen jene hydrometrischen Messungen und ein neues Nivellement, die der Ausführung überhaupt vorangehen sollten, angestellt werden müssen. Der Ausmündung des Brentone, Dolo gegenüber, wäre eine solche Richtung zu geben, damit der Eingang der Brenta in den Brenton dadurch erleichtert wird. Die Brenta bey Brondolo, wo sie bereits alle oben genannten Canäle

aufgenommen hat, wäre defswegeu in ein reguläres Profil mittelst Faschinenbauwerken, dergestalt zu beschränken, dafs es eine Breite von 200 Schuh erhielte, damit eines Theils das aus jenem Canal kommende Wasser nicht durch einen gröfsern Fluthstrom des Meeres, der in einem weiten Bette entsteht, landaufwärts getrieben würde, und der Strom dieser Flüsse und Canäle eine gröfsere Geschwindigkeit, d. i. ein gröfseres Vermögen erhielt, die Stoffen ins Meer, und die von den Seewogen in die Mündung der Brenta geführten weiter in die See hinauszuschieben. Gegenwärtig ist diese Mündung 330 bis 350 Schuh breit und jeder Beobachter überzeugt sich, dafs die grofse Fluthmasse der hohen Meereswogen, welche in dieser weiten Mündung eintritt, den Abflufs der innern Gewässer hemmt.

Wenn alle diese Verbesserungen ausgeführt sind, so wird man die Brenta novissima nicht mehr zur Abführung der Gewässer nöthig haben, welches jedoch erst von der Erfahrung bestätigt werden mufs.

In den Dünen von Brondolo, welche zwischen Marino und der Brenta - Mündung liegen, würde ich aus folgenden Gründen der Brenta kein neues Bett graben, wie ein Ingenieur vorgeschlagen hat: denn 1) wäre diese Durchgrabung sehr kostbar, 2) würde sie bald wieder zugeschwemmt werden, wenn man sie nicht sehr weit ins Meer führte und mit Höftern deckte, auch die Dünen selbst sehr sorgfältig beschützte, damit sie nicht die Mündung zutreiben. 3) Bleibt diese Mündung, wo sie jetzt ist, so ist sie gegen die stärksten Winde geschützt, wohingegen in jene Durchgrabung alle hohen Seewogen in diese Mündung der Brenta frey einlaufen, mithin beständig den Abflufs stören, den wir doch befördern müssen, vid. §. 39. No. 5. Dafs aber die Versandung eines in den Dünen gegrabenen Canals nur mit der gröfsten Sorgfalt verhindert werden kann, beweist schon die Art und Weise, wie eigentlich die Dünen entstehen. Sie werden nämlich mittelst des Windes dem Strande entzogen, und in kleinen Hügeln aufgeweht, nachdem ihre Bestandtheile, d. i. Sand, von der durch Stürme bewirkten heftigen Bewegung des Meeres aus der Tiefe durch die gewöhnlichen Wellen längs und an dem Strande geworfen sind.

Die Mündung der Brenta bey Brondolo würde ich gegen den Eintritt der hohen Wogen durch die Aufführung eines Höftes schützen. Ein Werk, welches sehr nothwendig zu seyn scheint. Gegenwärtig ist sie durch die längs der Lidi von den Seewogen geführten Stoffen verstopft. Indem diese Stoffe mittelst der durch solches Werk verengten Mündung weiter ins Meer getrieben werden, können sie nicht in der Mündung liegen bleiben. Dieses Höft müfste bey der Wurzel fünf Schuh, über die tägliche Fluth, und am Kopfe der Fluth gleich und dergestalt angelegt werden, dafs es die vom Nord - Nordost - und Ostwinde aufgeschwemmten Meereswogen den Eintritt in die Brenta verhindert, und daher, selbst bey hohen Sturmfluthen, der Abflufs dieses Flusses ungestört wäre. Ob es nach der Richtung A. B. Tab. 1. anzulegen sey, darüber läfst sich alsdann entscheiden, wenn die Tiefen auf dem Strande und ins Meer

hinein gemessen sind. Dieses höft würde ich aus einem Faschinenbau aufführen, und dessen nördliche Böschung und Kopf mit grofsen steinen belegen, nachdem die erste Decklage einen schuh hoch mit ziegelgraus gelegt wäre. Die Krone dieses werks müfste convex seyn und gepflastert werden. Uebrigens beziehe ich mich der Kürze wegen auf dasjenige, was ich über den seeuferbau vortragen werde. Dieses höft würde zugleich alle irreguläre strömungen in der Mündung der Brenta, welche die ursachen ihrer versandung sind, verhindern, und die um so mehr zur Retardation des stromes beytragen, da die Geschwindigkeit von der oberfläche nach dem Boden zu abnimmt. §. 101.

Die bey Bianca befindliche Brenta - vecchia und der canal de cuori sind mittelst stemmthore verschlossen, und man kann damit keine andere veränderung machen, als diejenige, welche mit ihren Mündungen entsteht, wenn die Einschränkung des gemeinschaftlichen Bettes auf 200 schuh bewirkt wird. Sobald wie dieses aber durch die vorgeschlagenen Mittel vertieft wird, mufs sich auch die oberfläche jener canäle während den Ebben erniedrigen, folglich die Auswässerung mittelst des Gorzon, des cuori und der besagten Brenta - vecchia verbessert werden.

Müfste der unter dem Gorzon bey Borgo - forte angelegte Aquäduct dergestalt mittelst einer horizontalen Decke erniedrigt werden, damit dessen oberfläche beynahe in den hydrotechnischen Abhang des Bettes des Gorzon zu liegen kömmt. Gegenwärtig ist dieser Durchlafs eine wahre cascade; ja er ist die vorzüglichste ursache, dafs die Gegenden zwischen Merlara und carmignano morastig bleiben, weil derselbe das Bett des Gorzon mehrere schuhe erhöhet. vid. §. 39. No. 2.

Indem ich durch alle diese Mittel die Betten der benannten Flüsse und canäle zu vertiefen suchen würde, hätte ich zugleich die oberfläche dieser Flüsse gesenkt, mithin die Auswässerung der obern Gegenden befördert, welches die Absicht desjenigen wasserbaukundigen, der den Gegenden zwischen Este dem Etschflusse und dem Adriatischen Meere helfen will, seyn mufs.

Auch die Gegenden zwischen Este, verona und dem Etsch - Flusse sind äusserst wichtig für die wasserbaukunde, und ich habe sie im Herbst 1803 mit sorgfalt untersucht, bey welcher Reise mich der äusserst thätige Geschäftsmann, chevalier *Regnier*, ein venetianer Nobile von Geburt, der damals als Gubernialrath einen Einflufs auf den venetianischen wasserbau hatte, begleitete. Vielleicht ist dieser cavalier gegenwärtig der *podesta* von venedig. Zuerst treffen wir bey cologna, den Frassine an, welcher sich mit dem Bisato bey der schleuse von Brancaglia vereinigt. Der Frassine ist unweit seines ursprungs oberhalb Lonigo ein kleiner Bach, Brondolo genannt. Bey sarego vereinigt sich derselbe mit dem zwischen zwey Dämmen eingeschlossenen Bergstrome Gua, dessen Bett oberhalb Montecchia dergestalt erhöht ist, dafs es 12 schuh über dem uferlande liegt. Dieses Bergstromes Hochgewässer stürzen sich über die Dämme und bedecken bey Dammbrüchen die schönsten Fluren mit Kies. Zwischen Lonigo

und Cologna heifst der Frassine nach dem Neuen - Flufs (Fiume nuova), den ehemals ergofs sich der Bergstrom Gua, also auch der Frassine, in den Etsch - Flufs bey Castelbaldo, und diefs wäre zur Beförderung des schnellen Abflusses auch noch jetzt das Beste. Nach Montagnana hat man davon eine Ableitung durch den Canal Fiumicello di Montagnana zur Treibung der, bey dieser Stadt und bey Valli Mocenighe liegenden, Mühlen gemacht.

Der Fratta entspringt oberhalb Montebello, fliefst als kleiner Bach unter dem Namen *Roggia - aquetta*, treibt die Mühlen oberhalb Cologna, wo er mittelst einiger Schützen mit dem Frassine in Verbindung steht, und läuft nach Bevilaqua und Valli - Mocenighe. Hier passirt der Fratta mittelst des Aquäducts, Ponte Canal delle tre canne, den Canal di Santa Catterina, dessen einer Arm bey Rotta - Sabadina, mittelst eines Durchlasses, sich in die Etsch ergiefst. Der Rest dieses Canals fliefst nach Vescovana, und vereinigt sich ohnweit des Aquäducts, Ponte Canal delle tre Canne, mit dem Canal Frattesina. Bey diesem Aequäduct erhält der Fratta die Benennung Gorzone - Fiume, der bis zur Brenta schiffbar ist.

Der Hauptfehler bey allen diesen Bächen und Canälen liegt darin, dafs sie einen krummen Lauf haben, dafs die Canäle Frassine und Gorzon, die trüben, viel Sand führenden, Gebirgswässer des Bergstromes di Gua aufnehmen, und abführen müssen, folglich ihre Uferlande unter Wasser setzen, indem sich ihr Bett immer mehr erhöht. Es mufs daher die Vereinigung des Gorzon mit der Brenta (ohnweit ihrer Mündung) in einem künstlich verengten Bette, indem sie dessen Geschwindigkeit vermehrt, auch zum bessern Zustande seines Laufs beytragen. Immer würde ich aber zu einer Abführung der Hochgewässer des Torrente di Gua eine Ableitung oberhalb dem an der Etsch liegenden Orte Calbaldo vorschlagen, den kleinen eine Cascade machenden Aquäduct des Grabens Papa - fava erniedrigen; dieser Aquäduct hält den Lauf des Gorzon auf. Endlich würde ich den Canal St. Catterine unterhalb Este bey Pra ab, nach Solesine, und diesen neuen Canal würde ich in den Fossa - Longa führen. Auf diese Weise würde der untere Theil des Gorzon von Stoffen rein gehalten werden, dessen oberer Theil, mittelst der Geradeleitung seines Bettes, eine gröfsere Geschwindigkeit erhielte.

Merkwürdig ist nun noch die Leitung der Gewässer aus den Valli - Zerpani, oder den veronesischen Sümpfen, welche unweit dem berühmten Arcole und Verona liegen. Von der Passage über die Brücke von Arcole hieng die Erhaltung der französischen Corps, welche die Moräste von Zerpani passirten, ab. Tab. H. Der K. und K. Napoleon zeigte sich auch hier, wie überall, als grofser Feldherr; die Brücke wurde gestürmt, und die wichtige Position von Arcole wurde erobert. Durch die zerpanischen Sümpfe (Valli Zerpani), zu deren besseren Austrocknung ich die Vorschläge zu machen hatte, geht ein schmaler Weg, der auf der Karte punctirt, und ein Ueberrest einer römischen Strasse ist. An beyden Seiten liegt der Sumpf, dessen Hauptentwässerungsgraben

geht zwischen Arcole und Albereda unter dem Alpon mittelst eines gemauerten Aquäducts durch. Dann geht er vor Albereda vorbey, erhält die Benennung Sarega und dann Fosetta, und vereinigt sich bey Bevilaqua mit dem Flusse Fratta. Ehemals war unterhalb Alberedo eine Abzugsschleuse, die von diesem Entwässerungs-Canal viel Wasser in den Etschfluſs führte, wovon ich noch die Spuren gesehen habe. Diese müſste auch wieder hergestellt werden, und wäre die Sohle jenes unter dem Alpon lieliegenden Aquäducts vier Schuh zu erniedrigen; denn gegenwärtig liegt sie zu hoch. Dadurch, daſs man dem Fratta bey Castel-baldo einen Abfluſs in die Etsch verschaffte, erhielt der Graben Sarrego ein gröſseres Gefäll, folglich in Hinsicht des unter dem Alpon tiefer zu legenden Aquäducts, die Eigenschaft, aus den Valli-Zerpani das Morastwasser abzuführen.

Ehe ich diesen Gegenstand verlasse, muſs ich von der Etsch noch folgendes bemerken. Die zwischen dem Po und der Etsch liegenden Marschgegenden, die sich bis Legnago erstrecken, heiſsen das *Polesine.* Dieselben sind äuſserst fruchtbar und von Canälen, welche Aeste der Etsch und des Po's sind, durchschnitten. Die Wasserbaukunst hat vieles für sie gethan; aber noch manches bleibt ihr zu thun übrig. Mit ihr sind die vielen auf der Etsch liegenden Schiffsmühlen unverträglich. Doch diese Gegend war im Jahr 1803, als ich den Etschfluſs befuhr, schon dem östreischischen Scepter entzogen, und daher war es mir nicht gestattet, sie in wasserbauwissenschaftlicher Hinsicht genau zu untersuchen, welches ich, wie der Leser sieht, bey den übrigen Canälen des Venetianischen gethan habe.

VIERTES KAPITEL DER ANGEWANDTEN FLUSSBAUKUNDE.

Von dem Laufe des Niederrheins und seinen Veränderungen, so wie von dem Flufsbau an demselben: nämlich von den Siebenbergen oberhalb Bonn bis zur Stromtheilung des Rheins, oberhalb Arnheim und Nymegen.

§. 222.

Unter den ins Meer sich ergiefsenden Flüssen ist es der *Rhein*, an welchem die Flufs und Deichbaukunde vorzugsweise ausgeübt wurde. So weit er die Grenze zwischen *Baiern* und der *Schweitz* bildet, beträgt seine Geschwindigkeit nicht über fünf Schuh. Er ist sich hier fast selbst überlassen, indem die Natur ihm ein sicheres Bett gegeben hat. Aus dem *Bodensee* heraustretend, nimmt seine Geschwindigkeit zu, bis er sich über die unter Schaffhausen befindlichen Felsen stürzt, indem er den schönen und majestätischen *Rheinfall* bildet. Dieser und die Felsenge bey Bingen, so wie noch einige andere minder bedeutende Schluchten, sind seine natürlichen Thalsperren gewesen, so dafs man den Rhein oberhalb Schaffhausen den *Oberrhein*, von da bis Bingen den *Mittelrhein*, und von hier den *Niederrhein* nennen könnte.

Es ist merkwürdig, dafs in der Vorzeit fast alle Flüsse in den flachen, jetzt trockenen Gegenden, grofse Seen bildeten, wie diefs die Versteinerungen, Muschelkalch - Flötze und das Erdlager beweisen. Ihr Lauf wurde nämlich von Felsdämmen gesperret, die entweder von Feuer - Eruptionen oder von Menschen gesprengt worden sind. Die Ueberreste solcher Dämme hat der Rhein bey Bingen, die Donau oberhalb Kehlheim und unter Linz, der Inn bey Kuffstein, die Isar, der Lech, der Nil, der Neckar und Mayn, kurz alle Flüsse, aufzuweisen! Doch diefs sind Naturerscheinungen, die dem Wasserbaukundigen nicht so als die mit dem Lauf der Flüsse vorgefallenen partiellen Veränderungen, interessiren. Ich habe daher in der ersten Auflage dieses Werkes, die mit dem Lauf des Rheins von Unkel (Tab. 5.) bis zur holländischen Grenze (Tab. 15.) in den letzten Jahrhunderten vorgegangenen Veränderungen, durch Urkunden und hydrotechnisches Raisonnement nachgewiesen. Für wen diese Sache ein vorzügliches Interesse hat, den verweise ich daher auf den I. B. der ersten Ausgabe, S. 447. bis 474., weil der Plan dieser neuen nur Folgendes anzuführen gestattet.

1) Im Anfange unserer Zeitrechnung flofs der Rhein in Cöln nicht weit vom Dohm, dann aber in der Richtung C. A. B., Tab. 7., gegen Mühlheim. 2) Der *Casseler - Berg*,

welches ein zwischen den Dörfern *Rheinkassel* und *Rheindorf*, durch den Rhein gehende, aus grofsen Kieseln bestehende Untiefe ist, die der Stromrinne bey x nur $2\frac{1}{2}$ Schuh, beym niedrigsten Wasserstande, zur Tiefe läfst, möchte wohl den Sigambern, Tenctern und Usipiern, Gelegenheit gegeben haben, öfters über den Rhein zu gehen und die Römer in Gallien zu bekriegen (*). 3) Woringen, Dormagen und Zoons lagen zu den Römer-Zeiten an dem linkseitigen Ufer (Tab. 8.) und der Lauf des Rheins mufste die, auf der angeführten Karte, bezeichnete Richtung haben. 4) Im Jahre 1254 bespühlte er noch die Mauern von Neus und hatte daher die oberhalb Düsseldorf, auf Tab. 9. angegebene Bahn. 5) *Duisburgs* und *Rheinbergs* Mauern (Tab. 10. und 11.) wurden noch im Jahre 1626 vom Rheine benetzt; ja in der Mitte des 12ten Jahrhunderts lag Duisburg am Rhein. Ich habe dessen Bahn mit der punctirten Linie k l m n o p, Tab. 10., angedeutet. 6) Der Rhein mufste also damals vor dem Dorfe Spele (Tab. 10.) vorbey, zwischen Wesel und Büderich, mehr westlich gehen; vielleicht da, wo jetzt die *Arche Noe* liegt. Der den Rhein mit der Maas verbindende Canal (Fossa Eugeniana) Tab. 10., erhielt, zu der Zeit, sein Wasser aus dem Rhein. 7) Aber gegen das Jahr 1737 hatte der Strom die Krümmung von Rheinbergen bereits verlassen, denn er bildete vor *Rhynum*, welches in dem jetzigen Rhein lag, bis zu dem blauen Hause (Tab. 10.) einen Bogen. 8) In der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts machte der Rhein oberhalb Wesel eine Insel und unterhalb dieser Festung die zweyte Insel, das *Römerward* genannt; so wie weiter abwärts die *Bădericher-Insel*. Im Jahre 1640 liefs der Strom das Reeser-Eyland (Tab. 12.) am linken Ufer, welches gegenwärtig am rechtseitigen liegt. Er setzte seinen Lauf nach der Linie G H, längs dem Dorfe Bienen, fort und liefs Grietherbusch am linken Ufer. 9) Oberhalb Emmerich umflofs derselbe, im Jahre 1705, das *Emmericher-Eyland*. 10) In welcher Zeit er die Mauern von Calcar bespühlte, ist mir nicht bekannt; indessen wird hier das Altwasser noch immer der alte Rhein genannt. 11) Im Jahre 1696 theilte sich der Rhein bey Schenkenschanz (Tab. 13. und 21.) in zwey Aeste, welches die von dem Ingenieur Passavant aufgenommene Karte bestimmt beweiset. 12) Damals mufste also der Rhein oder der ungetheilte Flufs in der Nähe von Griethhausen strömen, folglich Warbeyen auf dem rechten Ufer lassen. 13) Von Schenkenschanz aus nannte man den linken Flufsast die *Waal* und den rechten den *Niederrhein*.

Ich habe in der ersten Auflage die ältere Stromscheidung oberhalb *Lobyth* gesetzt, und das Dorf *Arth* für das römische *Arenatium*; *Lobyth* aber für *Burginatium* erklärt. Diese Behauptung gründete ich auf die in den alten Scribenten angegebene Entfernung der Yssel-Mündung (Fossa Drusiana) von der Stromscheidung des Rheins, und darauf: dafs wenn zur Zeit der Römer, die Waal und der Rhein sich bey Schen-

(*) Dio Cassius Lib. IV. 20. L. V. 6. und L. IV. 31. Caesar de Bello Gallico C. IV. 16.. 17. — 19. u. m. Stellen dieser Schriftsteller erwähnen die öftern Uebergänge der Germanen über den Rhein.

kenschanz getrennt hätten, die Vereinigung dieser Flüsse schon früher als bis zum Anfange des achtzehnten Jahrhunderts erfolgen mufste, weil die Landzunge zu schmal war. Auch würde *Civilis* eine so kleine Erdzunge durchgestochen haben, um den Rhein in die Waal zu leiten, welches er weiter abwärts bey den Drusi moles that (*), um zwischen den *Batavern* und *Römern* den tiefen und schnellen Strom als Grenze zu setzen. Dafs aber Arth und Lobyth, wie der sonst in der Geschichte sehr bewanderte und gelehrte Recensent der ersten Auflage (S. die Jenaische Literaturzeitung 1809 Nro. 225) behauptet, immer auf dem rechtseitigen Ufer des Rheins gelegen habe; davon scheint der *alte Rhein* so wie die im Jahr 1696 aufgenommene Passavant'sche Karte, welche ich auf Tab. 21. dargestellt habe, das Gegentheil zu beweisen. Auch erkennen die holländischen Geographen das zwischen Ossenwaard und Gravenwaard (Tab. 13.) liegende Altwasser für ein *altes Bett der Waal* (**).

Nach der Passavant'schen Karte war die Stromscheidung der Waal und des Niederrheins zu Ende des 17ten Jahrhunderts oberhalb der Schenkenschanz, da der Stromstrich des ungetheilten Flusses, vor der Rheinmündung vorbeystrich, so versandete diese Mündung; denn die Waal empfieng von Zeit zu Zeit eine gröfsere Strommasse. Eine Folge von dem Umstande, dafs der Rhein ein einschlürfender Flufsast war, welcher nach den §. 70. nnd §. 151. aufgestellten Grundsätzen nothwendig versanden mufste. Endlich wurde der unterhalb Schenkenschanz zwischen den beyden Flufsästen liegende, die Hochgewässer trennende Botter-Deich im Jahre 1711 fortgerissen. So strömte also der Rhein in seinen linkseitigen Flufsaste oder dem Niederrhein, so wie auf der Yssel und dem Leck, die beyde ihr Fahrwasser aus dem Niederrhein empfiengen, mit Ende des siebenzehnten Jahrhunderts, bis zur Eröffnung des Pannerdenschen Canals (Tab. 14.), die im Iahre 1701 erfolgte, gänzlich gestört. Kein Wunder! wenn die Holländer mehrere Entwürfe machten, um dem Niederrhein wieder eine solche Strommasse zuzuführen, um auf demselben so wie auf der Yssel und dem Leck die Schiffahrt zu erhalten.

§. 223. Der *Flufsbau des Rheins* von den *Siebenbergen* (Tab. 3. bis 14.) bis zu der Stromscheidung des Rheins von der Waal (***), ist für den Flufsbaukundigen äusserst lehrreich; und ich will ihn daher in der Kürze beschreiben. Er hat auch einen wesentlichen Einflufs auf die Erhaltung und Wohlfahrt der Uferlande, welches die öftern Ueberschwemmungen, womit dieselben heimgesucht wurden, und der Stand der Hochgewässer, welcher sich aus den, Seite 139. und 140. mitgetheilten hohen Wasserständen vom Jahre 1770 bis 1794 zeigt, beweisen. Diefs geht auch daraus hervor,

(*) Tacitus Hist. Lib. V. C. 19. und Dio Cassius Lib. LV.

(**) S. Geographiae Blavianae IV. B. die Karte Tetrachia Ducatus Gebria Neomagiensis.

(***) Ich könnte hier auch von dem Flufsbau des Rheins im Grofsherzogthum Hessen, den ich von 1796 bis 1802 dirigirte, einiges anführen, wenn derselbe nicht mit dem Deichbau dieses Landes, von dem ich in der zweyten Abtheilung zu handeln gedenke, in Verbindung stände.

dafs die Höhe der eigentlichen Schutzdämme, im Clevischen *Banndeiche* genannt, von Emmerrich bis Orsoy auf 22 bis 24 Schuh *Emmericher*-Pegel, und bis Ruhrort auf 24 bis 26 Schuh; weiter stromaufwärts bis Düsseldorf auf 26 bis 30 Schuh Düsseldorfer Pegel liegen, dennoch öfters überströmt, und von den Eisgängen durchbrochen wurden. Diejenigen Dämme, welche die Sommerfluthen von dem Uferlande abhalten sollen, und die man Sommerdämme oder Sommerdeiche nennt, liegen von Urdingen bis zur holländischen Grenze auf 18 Fuſs Emmericher-Pegel, und messen eine Länge von zwölf deutschen Meilen.

§. 224. Im Allgemeinen suchte man den Rhein, bis zum Jahre 1788, durch in den Strom hineingehende declinante Kribben und durch Enclavirungen der Nebenarme, vermittelst Faschinenbauwerken, Grenzen zu setzen. Nach diesem Jahre liefs Preufsen mehrere perpendiculäre Werke in den Strom legen, und ich suchte die Doppelwerke, oder Fangkribben an den declinanten Kribben einzuführen, wie diefs, die auf Tab. 21., dargestellten Flufsbauten beweisen.

§. 225. Der erste wichtige Flufsbau, den wir am Rhein antreffen, ist die von mir im Jahre 1790 angefangene *Enclavirung der Honnefer Insel* mit dem rechtseitigen Ufer (Tab. 4.) Da oberhalb dieser Insel, die man auch das Gravenwehrt nennt, sowohl, als dem Nonnenwehrt, hohe und feste, aus grobem Material bestehende Kiesbänke, lagen, so nahm der rechtseitige Arm vor Honnef stets an Tiefe zu und dieses Dorf stand in Gefahr, ein Raub des Stromes zu werden. Man beschlofs daher, diesen Arm zuzubauen. Ich nahm vom Local 1790, eine genaue Stromkarte auf, wovon Tab. 4. ein Auszug ist. Die Resultate der hydrometrischen Messung sind folgende:

Von x gegen Oberwinter betrug die Geschwindigkeit bis y - 3,28 Fufs, von der Breithach bis zum Anfange des Bleswerkes H - 3,7 Fufs; von H bis y - 2,3 Fufs. Ferner von y bis L im mittlern Arme 4,5 Fufs; von L bis gegen das Ende des Gravenwehrts 5,2 Fufs. Im rechten Arme war die Geschwindigkeit 5,82 Fufs, und im linken 5,3 Fufs in der Secunde. Alles bey $8\frac{1}{2}$ Schuh Pegelhöhe mit Treibern gemessen.

1) Die Wassermenge betrug nach diesen Messungen im unvertheilten Strome 38400 Cubik-Schuh. Da die Resultate der Messungen in den drey Armen um 420 Cubik-Schuh zu grofs ausfielen, so wurde dieser Ueberschufs nach Verhältnifs der gefundenen Wassermenge eines jeden Armes abgezogen, und dann flofs

durch den rechten Arm	15120	Cubik-Schuh.
durch den mittlern Arm	10800	— —
durch den linken Arm	12480	— —
	38400	Cubik-Schuh.

Die Neigung der Oberfläche betrug von x bis y auf 6600 Fufs 17 Zoll; von y bis L auf 1572 Fufs 2 Zoll 8 Linien; von L bis gegen das Ende des Gravenwehrts auf 2700 Fufs 2 Fufs 8 Zoll 9 Linien.

Da das Streichen der Felsen am linkseitigen Ufer nach einer schiefen Fläche statt fand, wie das Profil Fig. V. zeigt; so konnte man sowohl in der Mündung des mittlern als des linkseitigen Flufsarmes, eine Vertiefung erwarten, sobald der rechtseitige Arm mit dem Faschinenbauwerke H B (S. die Karte Tab. 4.) zugedämmt seyn würde. Die Erfahrung hat dies auch vollkommen bestätiget; denn nach Vollendung dieser Enclavirung, deren Länge 2484 Fufs beträgt, die 4 Fufs 5 Zoll über den niedrigsten Wasserstand aufgeführt ist, bey welchem Wasserstande die Spitze des sogenannten Unkelsteines (ein aus Basalte, der Stadt Unkel gegenüber im Rhein liegendes Felsrief) 9 Fufs und 2 Zoll über den niedrigsten Wasserstand aus dem Wasser hervorsteht, hatte, vom Jahre 1790 bis 1794, die Tiefe des mittlern Armes drey Schuh zugenommen. Das Profil Fig. V. sowohl als die auf der Stromkarte bezeichneten Tiefen zeigen dies deutlich. Diejenigen, welche vor der Beendigung der Enclavirung in dem mittlern Flufsarm statt fanden, sind nämlich auf der linken Seite des Stromstriches, und diejenigen, welche drey Jahre nach ihrer Vollendung, im Juny 1794 gefunden wurden, auf der rechten Seite dieses Stromstriches bezeichnet. Alle Tiefen sind aber auf den Nullpunct des Düsseldorfer Pegels reducirt.

Da ich bereits auf der Seite 258 die Ausführung dieses Enclavirungswerkes beschrieben habe, und in dieser Auflage nichts mehr von den über diesen Bau von solchen Personen verursachten Streitigkeiten, denen die Grundsätze des Flufsbaues fremde waren, anführen mag; so übergehe ich auch die Ursache, warum ein Anderer das Bogenwerk a b d, gleich unter der Hauptenclavirung H B, ausführte; ein Werk, worüber der Strom unter einem rechten Winkel auf das Ufer e fiel, also an diesem einen Abbruch verursachte, den ich nachher mit der Fangkribbe e b verhinderte. Früher (1791) hatte ich die Werke E M, a c und d c angelegt, um die Verlandung des zugebauten Flufsarmes zu beschleunigen.

Da die Rheinschifffahrt bis zu dem Dorfe Honnef hinauf gehen mufste, so konnte ich das, von einem andern Wasserbaukundigen, an dem untern Ende des Gravenwehrts, bey der sogenannten Römergasse vorgeschlagene, auf der Karte mit zwey Strichen angedeutete Werk, nicht aufführen, wenn dasselbe auch eine Oeffnung von b nach c erhalten hätte.

Die von mir im Jahre 1794 angestellten Messungen zeigten, dafs die Geschwindigkeit in dem mittlern Arme seit 1791 abgenommen war, nachdem die Tiefe im Allgemeinen sich vermehrt hatte. Ein durch den Lehrsatz, §. 35., zu erklärender Erfolg. Bis jetzt hat dieser Enclavirungsbau, ungeachtet die Ausbesserungen desselben vernachlässiget wurden, allen Eisgängen und Hochgewässern Widerstand geleistet.

§. 226. Der *zweyte* für die Wissenschaft anmerkenswerthe *Bau* ist unterhalb Bonn, mit der Mündung des Siegflufses (*) (Tab. 6. und 15. Nro. 1.) bewerkstelliget wor-

(*) Auf meiner topographiscsh - militärischen Karte von dem Herzogthume Berg, in 4 Blatt (hol. grand aigle Format) ist gröfstentheils der Lauf dieses Flufses verzeichnet.

den. Die Sieg ist einer von denjenigen Bergflüssen, welche schnell anschwellen, mit einer beträchtlichen Geschwindigkeit fliefsen und grofse Kiesel führen. Der Ingegenieur sollte daher ihre Mündung unter einem spitzen Winkel in den Rhein führen, damit der Strom Vermögen genug behält, das grobe Material, welches er führt, fortzuwälzen. Diesem Grundsatze zuwider liefs man vor 32 Jahren die natürliche und vortheilhafte spitzwinkelige Mündung S M A bey Mondorf (Tab. 15. Nro. 1.), mit den zwey Kribben Q P und S R zuschliefsen, und führte so die Sieg, nach der Richtung T P, zum Kampfe mit dem Rheine an. So ward also ihr Abflufs gehemmt. Beyde Kribben zerstörte der ungehorsame Strom! Jetzt entschlofs man sich eine andere Mündung K V graben zu lassen. Daran wurde die bogenförmige Kribbe K angelegt, die von 1783 bis 1785 einige Mahl durchbrach. Konnte diefs wohl anders seyn, da der perpendiculaire Ueberfall bey K einen Widerstrom und Angriff des Ufers erzeugen mufste? Nun ward wieder auf eine andere eben so fehlerhafte Manier die Correction der Mündung, von C nach D F, von F nach M und von M nach N, mittelst dreyer Durchstiche bewerkstelliget. So ward also die Sieg rechtwinkelig in den Rhein geleitet! Die hohen Sieg-Anschwellungen wollte man gleichfalls vermittelst des Dammes, der am Axberge anfängt, und von da nach I. II. und III. fortlaufen sollte (er ist bis I. aufgeführt) perpendiculair gegen die hohe Anschwellung des Rheins führen. Welche eine sublime Idee!

Der erste Durchstich C D war kaum ausgegraben, als er bereits seine ihm gegebene Richtung verliefs. Es verschlang der Strom den Raum C E D in Kurzem. Konnte dies nicht jedermann, ohne Ingenieur zu seyn, voraussehen? Wem sollte es wohl einfallen, einen Durchstich in einem Flusse, wie die Sieg, die hier seichte aufgeschlickte Ufer hat, rechtwinkelig mit der Flufsrinne auszugraben? Nachdem nun im November 1789, der letzte Durchstich M N, oben 84 und unten 36 Fufs breit, und 18 Fufs tief, ausgeworfen war, wurde mir die weitere Ausführung des Enclavirungswerkes a b übertragen. Dies verstärkte und verlängerte ich, und bewies in einem Bericht vom 20. May 1790, den Abbruch des Ufers unter b. Dieser Uferabbruch erfolgte vom November 1790 bis zum März 1791 so stark, dafs der Erdraum e c, der auf Tab. 15. mit schräg gelegten Strichen schraffirt ist, eines Theils vom Rheine, der in den Durchstich hinauf staute, andern Theils aber von der Sieg verschlungen wurde. Mufste dies auch nicht so erfolgen? Wollte die Sieg nicht ihre Breite haben und folgt die Natur nicht den Gesetzen, wonach die schwächern Flüsse den mächtigern nachgeben müssen? Hier also mufste die neue Mündung von dem rechten Winkel abweichen, den man ihr vorschreiben wollte. Unter diesen Umständen schlug ich vor: die Sieg mit dem Werke b l m n*) in den Rhein zu leiten; das Ufer t mit einem Bleswerke und mit einer Berauhwehrung zu decken; das Werk b t aufzuführen, um

(*) Die Ecke b l mufste dazu dienen, um das gegenseitige cölnische Ufer h f, woran von Bergischer Seite nichts abgegraben werden durfte, abzubrechen.

den Ueberfall über das Werk l m zu schwächen, und um den Bau desto eher und ungehinderter an das Weidenfeld anschliefsen zu können; denn zur langen Kribbe b l n waren aber nicht Materialien genug vorräthig. Ueber das alte Bett sollte von o nach p eine Kribbe, mit der obern a b in einem Horizont gelegt; diefs Bett sollte bis zum Werke a b m n völlig bepflanzt werden. Als die Faschinen - Werke bis zum 14. May 1791 soweit ausgeführt waren, wie sie schwarz angedeutet sind, und der Strom sich ein tiefes Bett nach y y gebahnt hatte, woraus also die vorrheilhafte Wirkung des Werkes b l m n hervorgieng, wenn es vollendet worden wäre, beschlofs das Steuer - Kollegium zu Düsseldorf, diese Bauwerke ihrem Schicksale zu überlassen. Jetzt stürzte also unter m das Weidenfeld von neuem ein, so wie es bey g schraffirt ist. Die breite Sieg-Mündung schwächte den Angriff des Stromes auf das Bett dergestalt, dafs sich vor der Mündung in dem Rheine die ungeheure Kiesbank zwischen der Pfaffenmütze und dem Ufer so bildete, wie sie auf der Karte angegeben ist. Die Sieg flofs nun bey ihrem und des Rheines niedrigem Stande, nach der nachtheiligen Richtung x x in den Rhein Bey solchen veränderten Umständen trug ich dahin an: das Werk l m von m nach p zu richten; das Ufer des Weidenfeldes aber mit einem Bleswerke und einer Berauhwehrung zu decken. Statt dieser Maafsregel liefs man, bey verändertem Locale, das Werk l m nach n verlängern. Während daran 1792 und 1793 gebaut wurde, rifs der Strom immer weiter um sich und stürzte den Raum u ein. Die Mündung der Sieg war also nun bis auf die Weite von N bis Q, 612 Fufs ausgedehnt. So verlor der Strom, in den weiten Profilen, das Vermögen, die Kiesel von der Mündung fortzuwälzen, die sich dergestalt erhöhete, dafs sie (S. Tab. 17. das Queerprofil) 5 Fufs über den Nullpunct des Cölner Pegels emporstieg. Daher mufste die Sieg erst 5 Fufs über ihren gewöhnlichen Stand anschwellen, wenn sie unter einer andern Richsung als x x x, wo der hohe Rhein eine Oeffnung, vermöge seines Zuges in die niedrige Sieg hinein gemacht hatte, in den Rhein fliefsen sollte. Welch eine mit 30000 fl. bewirkte Verwirrung im Laufe dieses Flufses! Auch verdient angemerkt zu werden: dafs die grofse Sandbank vor und in dem Pfaffenmützer Rheinarme den Angriff auf das Graven-Rheindorfer Ufer sehr verstärkte; in dem Stromstrich aber eine hier beyspiellose Geschwindigkeit hervorbrachte, die 8,6 Fufs bey 3 Fufs 5 Zoll Düsseldorfer Pegelhöhe, betrug. So wurden also die mit der Siegmündung gemachten Veränderungen für das linkseitige Rheinufer äufserst nachtheilig.

Diese fehlerhafte Sieg- Mündung könnte nun so verbessert werden: a) Zwischen einer bey N T anzulegenden Kribbe, die immer nach Maafsgabe des Effectes, das ist, nachdem die Vertiefung in der Richtung y y noch mehr zu befördern wäre, verlängert werden müfste, und zwischen dem Werke m n, müfste die Sieg eingeschränkt und spitzwinkelig in den Rhein eingemündet werden. Beyde, auf der Karte mit Strichen bezeichneten Werke müfste man bis zum mittlern Wasserstande des Rheins aufführen. Was nun noch die Anlage des Dammes von I. nach II. und III. anbetrifft, so kann ich

nicht dazu rathen, wenn ihn auch die hohen Sieg-Anschwellungen, die er zurückstauen würde, nicht untersagten. Welches Terrain soll er beschützen? Das Weiden- und Erlenholz, dem Feuchtigkeit nöthig ist, und das ja doch vom Rheine her überschwemmt wird! Dem Weidenfelde kann er in dieser Hinsicht auch keinen Schutz gewähren. Und ist es wohl erlaubt, das Geld der steuerbaren Grundeigenthümer zu solchen schädlichen Anlagen zu vergeuden? Doch ich kehre zu den Rheinbauten zurück!

§. 227. Obgleich der Zuschlufs des Flufsarmes vor Reith (Tab. 6.) diesem Dorfe vortheilhaft gewesen ist, so wurde doch dadurch der Stromstrich dem Dorfe Widdig, dann aber dem Orte Niedercassel näher gebracht, indem die Flufsbahn von der geraden Richtung mehr abweicht, als damals, da der Arm vor Reith noch bestand.

§. 228. Die Rheinufer vor den Dörfern Lülsdorf, Wesling und Portz (Tab. 6. und 16.) sind seit 50 Jahren durch declinante Kribben, die aber öfters ausgebessert wurden, beschützt worden. Seitdem ich dieselben mit Fangkribben verband, haben sie allen Eisgängen Widerstand geleistet. Eben so wollte ich die unterhalb Mühlheim (Tab. 7.), Benrath, Himmelgeist (Tab. 8.) und Hamm (Tab. 9.) liegenden declinanten Werke mit Fangkribben zuschliefsen, wie diefs die auf den Karten angezeigten feinen Striche erklären.

§. 229. Die Mündung der Wipper (Tab. 7.), welche jetzt gegen den Rhein läuft, sollte von A nach B und C geführt werden, um den Abflufs der durch das Wipperthal strömenden Hochgewässer zu befördern, mithin die Ueberschwemmungen längs der Wipper zu verhindern. S. §. 155.

§. 230. An dem Rheine in dem ehemaligen Herzogthume Berg hat man vorzüglich die vielen Inseln zugeschlossen, dadurch den Strom zum Serpentiren gezwungen, und den Stromstrich directer auf die Ufer geworfen. Ein Beweis hievon ist die Vereinigung der Monheimer Insel, des Urtenbacher Wöhrts (Tab. 8.) der Carl-Theodor's Insel oberhalb Düsseldorf (Tab. 1). Inseln, bey denen der rechtseitige Flufs-Arm vielmehr vermittelst eines Schöpfwerkes, wie ein solches bey E auf der letzten Kupfertafel oberhalb Düsseldorf angezeigt ist, hätte vertieft werden sollen, um den Strom nicht senkrecht auf das rechtseitige Ufer zu leiten, und nicht spitze Serpentinen zu verursachen, worin sich die Eisdämme festsetzen, folglich eine Aufschwellung des Wassers und der Eismassen entstehen. §. 151. Daher auch die ausserordentlichen Wasserhöhen bey Düsseldorf, welche sich 1795 bis zu 30 Schuh 9 Zoll über den niedrigsten Wasserstand erhoben haben (*). Während beyde Rheinufer *einem* Staate zugehörten,

(*) Wer nur einen flüchtigen Blick auf Tab. I. wirft, wird sogleich einsehen, dafz man mit der Enclavirung der Carl Theodors Insel und den gegenüberliegenden Bauwerken den Rhein senkrecht auf das Ufer vor Düsseldorf führte. So engte man den Strom mit Dämmen ein, so leitete man ihn, gegen alle hydrotechnischen Grundsätze, zum Verderben seiner Anwohner. Unglückliche Vorurtheile, welche die Ursache von so vielen zerstörenden Ueberschwemmungen waren. Für Düsseldorfs Sicherheit ist

hätte man diesem Uebel vermittelst zweyer Durchstiche, nämlich mit einem Durchstiche der Benrather Serpentine (Tab. 8.), die bey h und m mit Bauwerken zu enclaviren wären. und mit dem oberhalb Düsseldorf auf Tab. 1., 2., 8. und 9. angegebenen Durchstiche abhelfen können, indem alsdann dem Strome eine unschädliche Richtung gegeben wäre. Auch müfste man die Ueberreste des im Jahre 1795 der Stadt Düsseldorf gegenüber aufgeführten Retranchement's gänzlich abflächen, um dem hohen Strom ein gröfseres Profil zu gestatten. Da alle zwischen Cöln und Düsseldorf liegenden Rheingegenden von der Ausführung dieses Durchstiches Vortheile gezogen haben würden, so hätte man dieselben zum Beytrage anhalten können.

§. 231. Insofern aber der Rhein bereits im July 1801 die Grenze von Frankreich bildete, so war an die Ausführung dieser Durchstiche nicht mehr zu denken, und es wurde unter der Regierung *Sr. Majestät des Königs von Baiern* auf das darüber von mir abgefoderte Gutachten, wiewohl ich damals in Hessendarmstädtischen Diensten stand, durch folgende Vorkehrung, Düsseldorf den Ueberschwemmungen entzogen. 1) In den oberhalb dieser Stadt (Tab. 8. und 9.) befindlichen Vertiefungen des Terrains oder in den Seitenwegen, welche die Eisgänge aufgesucht hatten, wurden die Dämme V., VI. und VII. VIII., so wie der Damm oberhalb Fleh zu 34 Fufs am Düsseldorfer Pegel, also drey Schuh drey Zoll über den höchsten Wasserstand, aufgeführt. Zu gleicher Höhe wurde oberhalb Düsseldorf der Damm I., der Deich III. IV., aber zu 31 Schuh Pegel, von mir vorgeschlagen. Auch sollte der oberhalb den Dörfern Ittern, Bordishoff und Hamm liegende Deich zu 33 Fufs Pegel gebracht, also sieben Fufs erhöht werden. Des letztern Deiches unterer Theil sollte aber, um den Angriff des hohen Stromes auf den Heerder-Damm zu schwächen und den Abflufs desselben vor Düsseldorf zu beschleunigen, abgeflächt werden. Einige wollten damals in der Nähe oberhalb Düsseldorf einen hohen Damm anlegen, Andere hatten bey Neuhoff einen Ueberlafsdeich, worüber die Eisgänge ziehen sollten, vorgeschlagen. Durch den erstern würde der Eisstrom ein zu weites Profil bis zum linkseitigen Ufer erhalten haben, und der letztere hätte demselben die Geschwindigkeit, folglich das Vermögen entzogen, auf die bey Düsseldorf in der engen Serpentine stehenden Eismassen zu wirken. Bey einem solchen Ueberlafs hätte man auch die Uebersandung der fruchtbarsten Fluren fürchten müssen. Die mehrsten der von mir hier vorgeschlagenen Anlagen waren bereits im Jahre 1805 beendigt und Düsseldorf ist in den letztern Eisgängen gesichert gewesen, während die jenseitigen Flufsgegenden davon heimgesucht wurden.

man wenig bekümmert, weil man es sogar zuliefs, dafs von dem demselben gegenüberliegenden Zollhause an die Sand-chaussée sehr erhöht wurde. Ferner, dafs die grofsen Holzflosse, wovon jedes 80 Ruthen lang, und 10 Ruthen breit ist, welche 7 bis 8 Schuh tief gehen, und die nur mit Mittelwasser fahren, öfters mehrere Tage in der Profil-Enge unter y vor dem convexen Ufer liegen blieben. Sie haben zur Erhöhung der schädlichen Sandbank R und F G y beygetragen, indem sie das Flufsmaterial aufhielten. Ja! es wurden zweymal hundert tausend Reichsthaler zum Verderben dieser Stadt mit der Enclavirung des linkseitigen Flufsarmes bey der Carl Theodors-Insel und den dort liegenden Bauwerken, angewendet!

§. 232. Da bey der Bodberger Insel (Tab. 9.) der linkseitige Flufsarm die gröfste Wassermenge führt; so fällt der hohe Strom auf den Friemerheimer Deich. Man sollte daher an dieser Insel ein Schöpfwerk anlegen, um den linkseitigen Arm zu verstärken. S. §. 150.

§. 233. Die Mündung des Ruhr-Flufses (Tab. 10. und 21.) unterhalb Duisburg und bey Ruhrort, hat man vor 34 Jahren dadurch gegen den Rheinstrom geführt, dafs man die in dessen Mündung liegende Insel b c mit dem rechtseitigen Ufer vermittelst einer Zukribbung a b. verband. Man handelte also gegen die in den §. §. 68. 69. und 153. aufgestellten Grundsätze. Diesem gemäfs sollte die Insel mittelst eines Bauwerkes vielmehr mit dem linkseitigen Ufer verbunden, das Bauwerk a b. aber fortgerissen, und die Insel selbst dem Strome preis gegeben werden. Noch zweckmäfsiger wäre im Anfange des vorhergehenden Jahrhunderts verfahren worden, wenn man den Ruhr-Flufs in sein altes Bett, vor dem Dorfe Beeck, geleitet hätte, wodurch die Hochgewässer desselben einen beschleunigten Abflufs erhalten mufsten. Alsdann würde derselbe den Anfall des Rheins auf das Ufer zwischen Alsum und Walsum geschwächt haben.

§. 234. Die bey Wesel aufgeführten Anlagen zeigen den mangelhaften Zustand der Flufsbaukunde am Ende des achtzehnten Jahrhunderts. Man hat nämlich vermittelst der oberhalb dieser Festung (Tab. 11.) liegenden Kribben den Strom senkrecht auf das rechtseitige Bruch-Ufer und auf die Mündung der Lippe geworfen, den Büdericher Durchstich im Jahre 1785 ganz ausser der Richtung des Stromstriches und zu weit stromabwärts gelegt. Endlich hat man vor dem Dorfe Spele den Sommerdeich u zum Nachtheil des Büdericher Banndeiches aufgeführt. Man hätte im Gegentheil a) diesen Sommerdamm unterlassen, b) die Mündung des Büdericher Durchstiches zwischen i T ausheben, und ein Schöpfwerk i M anlegen sollen. c) Den rechtseitigen Arm, der im Jahre 1788 oberhalb Wesel gelegenen Insel mufste man offen erhalten, und durch ein Schöpfwerk H vergrössern; d) endlich würde es zweckmäfsig gewesen seyn, an der Lippe-Mündung die Werke d f und a c b anzulegen, um die Lippe mit dem Rhein unter einem spitzen Winkel zu vereinigen.

§. 235. Der von dem geschickten Flufsbaukundigen Herrn Bach angelegte Bislicher Durchstich war eben so nothwendig als zweckmäfsig, und die oberhalb demselben gegen der Bislicher Rose angelegte Kribbe XII. hat in diesem Durchstich den hohen Strom hineingeworfen, dessen Vertiefung, so wie die Erweiterung erzeugt. Ich mufs hier noch bemerken, dafs die Enclavirung XIII. des Hollands Waards zweckmäfsig war; da aber der Rhein hier wenig Material führt; dieses Werk um vier Fufs zu hoch angelegt ward, so verlandete der zugedämmte Arm nicht, und es wurde weiter abwärts ein zweytes Enclavirungswerk XIV. so wie eine perpendiculäre Kribbe nothwendig.

§. 236. In der ersten Auflage dieses Werkes, S. 532., hatte ich die Aufführung eines vor dom Dorfe Vynen (Tab. 12.) dem Angriffe der Eismassen und des Stromes widerstehenden Uferbauwerkes vorgeschlagen. Man hatte diesen Rath nicht befolgt, und im Februar 1805 ist der daselbst liegende Banndeich durchgebrochen, so daſs ein groſser Landesbezirk überschwemmt wurde.

Ein gewöhnlicher Fehler, welchen die Fluſsbaumeister bisher begiengen, ist auch mit dem Werke Nro. III., dem Dorfe Mormten gegenüber, begangen. Sie legen nämlich gewöhnlich oberhalb der eigentlichen Fluſsconcave ihre Bauwerke an; verursachen dann oberhalb demselben ein convexes in den Strom hineingehendes Ufer, folglich Abbruch auf der entgegengesetzten Seite, uud leiten so unterhalb den Strom senkrecht auf den eigentlichen Bug der Serpentine. Sie fehlen also gegen die im 173. §. aufgestellte Maxime. Man sollte daher dieses Werk Nro. III. niemals ausbessern, sondern vielmehr, soviel möglich, abbrechen.

§. 237. Nach eben dem im 173. §. aufgestellten Grundsatz muſste die Enclavirung der Insel Magdeburg sowohl an dem derselben gegenüber stehenden concaven Ufer, als an dem Ufer vor Griterbusch einen Abbruch erzeugen. Man wird daher groſse Summen anwenden müssen, um diese im Abbruch liegenden Uferstellen zu beschützen. Ich würde in dieser Absicht oberhalb den daselbst liegenden perpendiculären Kribben noch declinante Werke, also Doppelwerke, aufführen, um ein den hohen Strom und die Eismassen ableitendes Vorland hervorzubringen. S. §. 170.

Alle oberhalb und unterhalb Rees bis zum Bylandischen Durchstich liegenden declinanten Werke würde ich mit Fangkribben, die perpendiculären Werke aber mit Flügeln versehen, weil die Erfahrung zeigt, daſs hier weder die declinanten, noch die perpendiculären Werke, dem Angriff des Stromes Widerstand leisten, viel weniger ein Vorland erzeugen.

Beym Schluſse dieses Kapitels muſs ich noch folgendes von dem Recensenten der ersten Auflage über den Bodensatz des Rheinwassers, unterhalb Wesel, mittheilen. Nach dessen am 31. Januar 1799 angestelltem Versuche, als das Rheineis aufgieng, führte das Rheinwasser $\frac{6}{100}$ Theile, am 16. Februar bey dem zweyten Aufbrechen des Rheineises $\frac{3}{100}$ Theile, und am ersten März $\frac{4}{100}$ Theile Bodensatz. Das Mittel von mehrern im Anfange März 1784 in gedachten Gegenden angestellten Versuchen über die Quantität Erdtheile lieferte $\frac{5}{100}$ Theile, jedoch nicht völlig genau, welches von mehrern, hieher nicht gehörigen Ursachen abhieng."

FÜNFTES KAPITEL.

GESCHICHTLICHE DARSTELLUNG DES FLUSSBAUES AN DEN HAUPTFLÜSSEN HOLLANDS.

§. 238.

Der holländische Flufsbau gehört unstreitig zu den wichtigsten Flufsbauten in Europa. Von den Batavern, die es frühe wagten, durch Dämme dem Meere Grenzen zu setzen, haben alle andere Nationen in neuern Zeiten, den Deich- Flufs- und Seebau gelernt. Die Nothwendigkeit und die Römer haben sie gelehrt, sich gegen die Angriffe der Natur zu schützen. Fürwahr also eine lehrreiche Schule, in die wir unsere Leser führen. Bis jetzt ist nichts Vollständiges über die Geschichte des dortigen Wasserbaues bekannt, so schätzenswerth auch Velsens Rivierkundige Verhandeling*) ist. Das Ganze liegt in einer Menge Memoires, Gutachten, Staats-Resolutionen, und in einzelnen kleinen Schriften u. s. w. begraben.

Die Geschichte des holländischen Flufsbaues hat drey Epochen, nämlich von den frühesten Zeiten bis zu den durch den Biesbosch (Tab. 30.) im Jahre 1421 erfolgten Durchbruch der Meerwede, wodurch 72 Dörfer in einer Nacht verschlungen wurden; die zweyte erstreckt sich vom Jahre 1421 bis zu der Mitte des 17ten Jahrhunderts, und die dritte von der Mitte des 17ten Jahrhunderts bis auf die gegenwärtige Zeit.

§. 239. Vor Ankunft der Römer wurde Holland von zwey Hauptflüssen, nämlich dem Rhein und der Maas durchströmt, wie Cluverius in seiner Germaniae antiquae Libr. I. cap. 4. durch Untersuchung der alten Scribenten bewiesen haben will. Die Waal scheint damals nur ein kleiner Ast des Rheins gewesen zu seyn, indessen ist hierüber keine eigentliche historische Gewifsheit zu erlangen, und eben so wenig darüber, ob die Insel der Bataver (Insula Batavorum) (a), die von dem Rheine, der Waal und der Nordsee gebildet wurde, schon vor Ankunft der Römer bedeicht war, wie Velsen glaubt. Sie wurde indessen durch die Cymbrische Ueberschwemmung, die ich (B. I. S. 449 Iste A.) der Erweiterung des *Canals* zwischen England und Frankreich zugeschrieben habe,

(*) Die ersten 106 Seiten enthalten Hydrostatik und Hydraulik, und in dieser Hinsicht leistet dieses Buch nichts Vorzügliches.

(a) Tac. Hist. L. V. c. 19 und 23. — Tac. Ann. II. c. 6. — Plin. H. N. IV. c. 15. 17. — Caesar de Bello gall. IV.

und die (i. J. 110. v. C. G.) im Herbste einfiel, schrecklich verwüstet (b). Fast alle Wohnungen wurden zerstört; die stärksten Bäume aus der Erde gerissen und das Verderben war überall. Dafs diese schreckliche Inondation von der Erweiterung des *canals* entstand, dafür scheint selbst die Lage der Bäume unter den Veenen (Torfgräbereyen), die alle südwärts geworfen sind, zu sprechen. Sonderbar genug ist es indessen, dafs diese fürchterliche Begebenheit sich nicht umständlicher in den Traditionen bis zur Zeit, wo man solche Ereignisse aufzeichnete, erhalten hat.

Nachdem die See das schrekliche Eroberungsrecht auf Kosten der bedauernswürdigen Bewohner der Insel ausgeübt hatte; so verliefs dieses unglückliche Volk seinen väterlichen Boden, in Seen und Moräste verwandelt. Was konnte es in den damahligen finstern Zeiten nach solchen Drangsalen bessers thun, als sich mit den Cymbrern, die in Jütland wohnten, und mit den Teutonen zu vereinigen, um fremde Länder mit Krieg zu überziehen! Nachdem sich aber die Gewässer zurück gezogen hatten, eilten die Batten, oder Bataver, ein Stamm der Katten, der von den übrigen Stämmen ausgestossen war, den Rhein hinab, das verlassene Land zu bewohnen (c). Von ihnen erhielt die Insel den Nahmen Batavia, oder Insel der Bataver. Duurstede (Batavadorum) (d) und Battenburg (Batavorum oppidum) (e) wurden von ihnen erbauet. Es gehörte ihnen also auch noch ein Theil von Gallien. Verschiedene Oerter werden auch noch jetzt, dem Ursprunge von dem gemeinschaftlichen Stamme zu Ehren so genannt, als: Kattwyk op Ryn, Kattwyk op Zee (bey Leiden); Kattendrecht bey Rotterdam; der Kattenpolder zu Zevenhuyzen; Kattenbroek bey Woerden u. a. m.

Die Bataver, von jeher tapfer und unter ihrem grofsen Anführer Civilis der römischen Macht furchtbar, verbündeten sich endlich mit den Römern. Diesen ihren Schriftstellern verdanken wir allein die wenigen Nachrichten, welche von dem alten physischen Zustande Hollands Auskunft geben.

Zu Cäsars Zeiten war die Stromscheidung der Flüsse Waal und Rhein von der Mündung des ersten 80,000 Schritte entfernt (f). Die Waal vereinigte sich mit der Maas, und ergofs sich mit einer weiten Mündung in die Nordsee. Die Vereinigung dieser beyden letzten Flüsse mufste schon damahls bey Gervliet statt haben, wie sie noch 1421 war (T. 40.): denn Tacitus sagt, dafs Civilis zur Aufstellung der Bataver Flotte einen Raum, der einem See glich, und zwar, wo die Maas den Rhein auf-

(b) Florus Libr. III. c. 3. — van Loon Aloude Holl. Hist. I. D. bl. 5.

Eben so wahrscheinlich es den Griechen war, dafs Sicilien von Italien (Aeschyl. ap. Strab. lib. 6. p. 258 — Mem. de l'acad. des belles Lettr. T. XXXVII p. 66); dafs Euböa von Böotien (Strabo Lib. I. p. 60) losgerissen ist; eben so wahrscheinlich ist es, dafs Frankreich einst mit England zusammen hing: Dissertation sur l'ancienne jonction de l'Anglettre à la France, par Demarest. Amiens 1753.

(c) Tac. Hist. Libr. IV. cap. 12; Libr. V. 23. de M. G. c. 20.

(d) Tacit. V. 20. — Ibidem Hist. XVIII. 19. — d. H. G. c. 29. — Junius Bat. p. 314.

(e) Tac. Hist. L. V. 19. — Ibid. L. IV. 18. — Ptol. geogr. II. c. 9. — Europ. Tab. III.

(f) Caesar de Bello Gall. Lib. IV. c. 10.

nahm, gewählt habe (g). Auch bezeichnet die Tradition und die Natur den alten Lauf der Maas sehr deutlich. Sie flofs nämlich (T. 39 und 40.) von da, wo das Haus Boekhoven liegt, durch das Land von Heusden nach der Seite von Gertruidenberg, von da über den nachher ertrunkenen süd-holländischen Waard (Bergsche-Veld) über einen Theil des gegenwärtigen Eilandes von Dordrecht auf Maasdamm und West-Maas, durch das Land von Putten oder das jetzige Beyerland. Sie setzte ihren Lauf zwischen Simonshaven und Biervliet, und so bis da, wo jetzt Gervliet (h) liegt, fort, wo sie sich, wie gesagt, mit der Waal vereinigte (i).

Von da, wo die Waal sich von dem Rheine bey Burginatium (Lobyt) (k) trennte, strömte der eigentliche Rhein, obgleich mit geringerer Breite, als die Waal, aber mit gröfserer Geschwindigkeit (l), längs Aart (Arenatium) (m), Koewye (Wada), Rhenen (Grines), Utrecht (Trajectum), Alphen (Albiniana, Leyden (Lugdunum) (n), und fiel mit seinem Hauptaste zu Kattwyk bey dem Castellum Britanicum, oder dem Huis te Britten, das vom Meere verschlungen ist, und dessen Ruinen jetzt wenigstens 600 Schritte von dem Gestade liegen, in die Nord-see. Im Jahre 1520 ragten diese Ruinen noch 8 Fufs über die Meeresfläche hervor (o).

Die Insel der Bataver bestand gröfsten Theils aus Morästen, und war häufigen Ueberschwemmungen ausgesetzt (p). Ihre Länge giebt Cäsar zu 80,000 Schritte, oder 16 deutschen Meilen an. Die Breite setzt er zu 22,000 Schritt (4½ Meile) fest (q). Diese Angabe stimmt auch ziemlich mit der jetzigen Gröfse überein. Dafs nach Cäsar die Schelde mit der Maas Gemeinschaft gehabt habe, bestreitet Cluverius (r).

Die Geldersche-Yssel, welche Claudius Drusus (s) (nachher Drusus Germanicus genannt) 12 Jahre vor unserer Zeitrechnung 13,000 Schritte unter der Stromscheidung der Waal vom Rheine (unter Burginatium) aus dem letztern Flusse bey Ysseloort (T. 14.) ableiten liefs, wurde defswegen gegraben, damit die Römer vom Rheine in die Westphälische Yssel kommen, und die Friesen, welche am Süder-see (Flevo Lacus) (t) wohnten, mit gröfserm Vortheile bekriegen konnten. Diese Westphälische

(g) Tacit. Annal. Libr V. 23. Unter dem Rhein versteht Tacitus die Waal, als einen Arm des Rheines.

(h) Rhitmographus in Joann II Beke in Balduino II.

(i) Velsen rivierkundige verhandeling.

(k) B. I. S. 472, — Ammian Marcellin L. XXVIII. c. 2. nennt es Quadriburgium. — Ibid. L. XXI. c. I — II.

(l) Tac. Hist. Lib. II. 6.

(m) Ibidem L. V. 20.

(n) Nach der Peutingerischen Tafel lag es 10,000 Schritte unter Alphen.

(o) Hadriani Junii Batavia. c. x. Verhandeling door de Mattschappye der weetenschappen te Harlem I. Deel.

(p) Tacitus Hist. Libr. V. c. 25.

(q) Cäsar de Bell. Gall. Libr. IV. c. 10. — Alting. Noting. Germ. inferior. P. I. p. 17.

(r) Cluv. Germ. Ant. p. 26.

(s) Tac. Ann. II. c. 8. — Ibid. XII. c. 18. — Hist. Libr. V. c. 16. Vollständig findet man das hieher Gehörige in Cluv. G. Ant. III. 17.

(t) Plin. Hist. N. IV. 15. und Tac. G. c. 34. erwähnen zwar eines Sees, nennen ihn aber nicht. Mela Libr. III. c. 2. nennt ihn ausdrücklich.

Yssel selbst liefs Drusus tiefer und weiter machen, und verband sie mit der Bruckterischen vegt, jetzt das zwarte water genannt. Die Länge dieses Canals wird in den alten scribenten zu 8000 schritte angegeben.

Nach Einiger Meinung hat Drusus noch zwey andere Canäle graben lassen, nämlich die Does und das vliet von Leyden (u) bis nach vlardingen (T. 40).

Den Rhein, den virgil (x) zweyhörnig (bicornis) nannte, ward durch die Drusische Yssel dreyhörnig. Die westliche Mündung des Rheins wurde Helium Ostium, oder Mosae et vahalis Ostium genannt (y). Die mittlere hiefs Ostium Rheni Medium (bey Kattwyk); und die nördliche Flevum Ostium (*). Alle drey Mündungen waren mit Castellen versehen.

Wenn der Rhein vor der Grabung des Drusischen-Canals einen Abflufs in die Süder-See (Flevo Lacus) gehabt hätte, wie einige schriftsteller dafür halten, würden dann wohl die Römer diese neue Yssel gegraben haben?

§. 240. Drusus hatte auch, um die Insel der Bataver vor ueberschwemmungen zu schützen, 11 Jahre vor C. G. den Rhein unter der Yssel mit Dämmen begränzt. Es ist höchst wahrsheinlich, dafs diese Dämme (Drusi moles) (z), da wo die Betouwe am niedrigsten, zwischen Beuzischem und Ryswyk, liegt (und welches niedrige Terrain auf Tab. 39., in dieser Hinsicht, angedeutet ist, mit: *hier't laagste Land*) zuerst angefangen wurden, und sich dann längs dem Flusse ausdehnten. Diese Dämme wurden endlich 63 Jahre nachher, unter Paulinus Pompejus, der damahls das Commando über die Armee hatte, vollendet (a). Tacitus erzählt ferner, dafs zwischen der Ysselschanze und dem Rheine neue Dämme und wege aufgeführt wurden (b). Merkwürdig und höchst nachahmungswerth ist, was dieser Geschichtschreiber bey der Erzählung von diesen Arbeiten und denen, die unter Corbulo geschahen, hinzusetzt. Er sagt nämlich, „dafs diese Feldherrn sie mit den soldaten vollzogen, um diese vor dem Müssiggange zu bewahren." Wie vieles Nützliche wäre wohl geschehen, wenn man immer den Müssiggäng der soldaten so gefürchtet hätte! Wie grofs wäre der vortheil für die staaten gewesen, wenn sie hierin den Römern nachgeahmt hätten; dann wäre keine Revolution gekommen. Man hätte Canäle gegraben, chausséen angelegt, die waldungen verbessert, dem Ackerbaue und den Fabriken keine Hände entzogen,

(u) Van Loon Aloude Holl. Hist. I. D. bl. 46.

(x) Aen. VIII.

(y) Tac. Ann. II. c. 6. Ptol. geog. und Plin. H. N. IV. 15.

(*) Die Mündung des Flevo setzt man zwischen den Inseln vlieland und Ter-schelling. Und dieser Flufs trennte damahls nur Friesland von Holland.

(z) Tac. Hist. Libr. V. 19. — Dio Cassius L. XV. — Tac. Ann. XIII. c. 53. Hier erzählt Tacitus, dafs ein anderer gleichzeitiger Feldherr L. vetus die Mosel und saone (Arar) durch einen canal zu verbinden, gesucht habe; wodurch also eine Fahrt von dem mittelländischen Meere nach der Nord-see geöffnet worden seyn würde. Welche veränderungen in den politischen Begebenheiten hätte dieser canal nicht hervorbringen können!

(a) Tac. Ann. XIII. c. 53.

(b) Ann. Libr. II. c. 7.

und unermeſsliche summen erspart. Wäre man immer den Römern hierin gefolgt, dann könnte Europa in ein Paradies verwandelt seyn. Sind die römischen veteranen dieser nützlichen Arbeiten wegen von der Nachwelt weniger geehrt, als wenn sie solche unterlassen hätten? Ist es übrigens für einen stand, der das Eigenthum gegen den Feind vertheidigen soll, nicht sehr ehrenvoll, wenn er es durch seine Arbeiten im Frieden gegen die Angriffe der Natur zu erhalten sucht; wenn er durch sie den Flor des Landes, welches ihn nährt, befördert, oder wenn er durch sie seines Fürsten Einkünfte, der ihn unterhält, vermehrt, und so dessen Ruhm auch im Frieden zu erhöhen bemühet ist?

§. 241. Dem römischen Feldherrn *corbulo* war es vorbehalten, den *Rhein* mit der *Maas* durch einen canal, jetzt *Leck* genannnt, zu verbinden. Man gedenke sich nämlich von Lecksmonde am Leck (Tab. 39 und 40) ab, einen kleinen Fluſs, da wo jetzt die Leck und die neue Maas (nieuwe Maas) strömen, und erwäge, daſs die Fluth, welche durch den *canal* (la Manche) kam, weit stärker als ehemahls gegen die Batavische Küste und in die Flüsse hineinströmte. Man erinnere sich ferner, daſs der Rhein von der neuen Yssel sehr geschwächt worden war; so wird es einleuchtend: wie die Mündung des Rheines bey Kattwyk zu versanden anfing, und wie dieses stromes Gewässer, von der Fluth zurück gestauet, auf das Bett nicht mehr kraftvoll genug wirken konnten, und daher in die niedrigen Gegenden des Haarlemmer Meeres und in den unbedeichten Theil der Insel treten muſsten. Man erwäge alles dieses, so wird es leicht zu erklären seyn, warum die Römer auf den Gedanken kamen, den Gewässern des Rheins vermittelst eines canales einen andern Abfluſs zu verschaffen. Corbulo unternahm es also, gleich jenem Könige von Lacedämon, der die Gewässer, womit Laconien überdeckt war, in einen künstlichen Fluſs leitete, und dem Eurotas seinen Lauf gab (c), die hohen Anschwellungen des Rheines unschädlicher abzuleiten. Er lieſs 47 Jahre nach unserer zeitrechnung, von den soldaten einen canal 21,000 schritt, oder 170 stadien (d) (4 deutsche Meilen 442 Rheinl. Ruthen) lang graben.

Einige schriftsteller, unter andern cluverius (e) und d'Anville, haben die vlie und schie, welche von Leyden nach Maaslandssluis geht, und fast gar kein Gefäll hat, für den canal des corbulo gehalten. Lalande (f) meint, daſs corbulo seinen canal 17411 Toisen lang aus dem Rheine bey Leyden in einer krummen Linie bis zur Maas gegen Gervliet über geführt habe. Diese Meinungen wurden wohl hauptsächlich vom Tacitus veranlaſst, weil er sagt (g), daſs der canal angelegt worden sey, die Gefahren des oceans zu vermindern. Die schriftsteller dachten sich daher von der ausgegrabenen Erde dieses canals an seinem ufer, nach der see, einen Damm auf-

(c) Pausan. Lib 3. cap. 1. p. 204.
(d) Dio cassius L. 11. c. 30.
(e) Cluver. de trib. Rheni Alv. cap. VI.
(f) Canaux de navigation §. 849.
(g) Ann. L. XI. 20.

geworfen (h). Indem sie aber so raisonnirten, vergafsen sie der *Dünen*, welche Schutz gegen die See gewähren. Auch drückt sich Dio Cassius bestimmter als Tacitus aus, wenn er in der eben angeführten Stelle sagt: dieser Canal sollte verhindern, dafs die von der Fluth zurück gestauten Flüsse keine stillstehende Seen bilden möchten. Könnte wohl die fast horizontale Wasserleitung, welche die Vlie und Schie genannt wird, den Aufsfluſs des Rheines befördern, und den Strom der Maas gegen die Fluth verstärken? Endlich ist Alting (i) darin einstimmig, dafs die Vlie es nicht seyn kann, welche viel neuer ist, wie aus einem Privilegio vom Albert von Bayern vom Jahre 1404 (k) ersichtlich ist, worin er nähmlich den Einwohnern von Delft die Erlaubnifs gibt, einen Canal zu graben.

Es scheint also gewifs zu seyn, dafs Drusus den Rhein in der Gegend bey Wyk by Duurstede mit Dämmen einschlofs; dafs Corbulo den Canal von diesem Orte bis etwa nach Lecksmonde führen, zu beyden Seiten mit Dämmen versehen und mehrere Dämme anlegen liefs, und dafs Paulinus Pompejus diese Arbeiten vollendete.

Diese Vorsorge der Römer, mit ihren Einsichten die physische Existenz der tapfern Bataver zu verbessern, flöfste diesen friedliche Gesinnungen ein; sie wurden daher nicht Unterjochte, sondern Verbündete der Römer: denn noch zu Tacitus Zeiten erniedrigte sie kein Tribut, kein Zöllner sog sie aus. Frey von Abgaben, waren sie nur als tapfere Krieger für Schlachten besimmt (l).

Mit einem hohen Gefühle, nur für ihr Vaterland zu fechten, führte sie ihr Feldherr Claudius Civilis (im Jahre 71.), uneingedenk der Verbesserungen, welche die Römer mit ihrem väterlichen Boden vorgenommen hatten, gegen diese zum Streite. Als sie aber bey Xanten (m) geschlagen waren, so liefs Civilis, nachdem er sein Heer in die Insel, und zwar in dem Theile jenseits des Corbulonischen Grabens, zurückgezogen hatte, die Dämme unter Wyk by Duurstede zerstören, um mit dem hohen Strome Gallien, zu überschwemmen. Diesen Zweck noch besser zu erreichen, legte er gleich unterhalb der Sheidung des Lecks vom Rheine in diesen Flufs einige Dämme an, welche das von oben herunterkommende Gewässer in den Leck hineintreiben sollten. Der Rhein ward also schon damahls so geschwächt, dafs er nur ein kleiner Flufs, und diefs kaum mehr war (n). So mufste also der Strom diesen Canal und den alten Flufs, der von Ameyden bis unter Rotterdam schon statt fand, ehe der Corbulonische Canal gegraben wurde, sehr schnell erweitern und vertiefen. In dem Maafse als hier der Flufs sein Bett vergröfserte, versandete der Rhein.

(h) Alting. Germ. inf. P. I. p. 47.

(i) L. c. P. I. p. 48.

(k) Boitet Beschryvinge van Delft.

(l) Tac. de S. et M. Ger. c. 29.

(m) Tac. Hist. L. V. c. 14 — 18.

(n) Ibidem c. 19.

§. 244. Die Mündung des Rheins bey Kattwyk war indessen ohne Zweifel noch im Jahre 1165 offen: denn als der Graf von Holland, Floris III., bey Zwamerdamm (T. 40.) einen Damm in den Rhein angelegt hatte, so befahl ihm Kaiser Friedrich I. noch in demselben Jahre, dieses für die obern Gegenden so schädliche Werk wieder fort zu schaffen, damit der Rhein seinen vor Zeiten gehabten Ablauf wieder erhalten möchte. Daſs die Mündung indeſs damahls schon sehr unbeträchtlich seyn muſste, beweiset eben dieser Damm, welchen Graf Floris wahrscheinlich deſswegen anlegen lieſs, weil das vom Rheine herunter geführte Wasser nicht alles mehr in die Nordsee ausgeführt werden konnte, sondern sich zum Theile in die niedrige Gegend des jetzigen Harlemmer Meeres absetzte. Diesem Uebel dachte dann Floris dadurch vorzubeugen, daſs er dem Wasser wehrte, bis in dieses Meer herunter kommen zu können. Stellt man diesen vorzüglich wichtigen Umstand, und die Beweggründe zur Ausgrabung des Lecks oder des Corbulonischen Canals zusammen; so wird es klar, daſs die Verstopfung der Rheinmündung nach und nach (o), und nicht im Jahre 860 durch eine Sturmfluth bewirkt wurde (p). Aber wenn es auch gegründet ist, daſs die Mündung des Rheins im Jahre 860 verstopft worden sey, so kann doch nicht geleugnet werden, daſs der Strom den in seine Mündung eingeworfenen Sand wieder fortgeschwemmt haben würde, wenn er Vermögen genug gehabt hätte. Dieses hatte aber dem Rhein, die Waal, der Leck und die Geldersche-Yssel geraubt. Er muſste daher nach und nach versanden!

Wann die Vereinigung der *Maas* mit der *Waal* bey Workum (Woudrichem) vorfiel, welche anfänglich zu Gervliet statt hatte, und wann die Maas bey Boeckhofen (T. 39.) zugedämmt sey, weiſs man nicht bestimmt; indessen erinnert Velsen (q) mit groſsem Rechte, daſs diese neue Bahn schon 1421 gewesen seyn muſs, weil sie, nachdem das Bergische-Feld versunken war, sehr beschwerlich zu bewerkstelligen gewesen seyn würde. Einige schreiben die Vereinigung der beyden Flüsse Maas und Waal dem Könige der Franken Merowäus zu, doch ohne weiteres Zeugniſs, als die Aehnlichkeit der Nahmen, da der vereinigte Fluſs (T. 30.) den Nahmen Merwe oder Merwede (Fossa Merovaei) annimmt. Sehr alt ist sie indeſs gewiſs. Schon im zehnten Jahrhunderte kömmt sie in einer alten Urkunde des Grafen Stria vor, und im Jahre 1064 wird sie in einem Diplom vom Heinrich IV. erwähnt. Da die Noord, von Dortrecht bis zur Einmündung des Lecks, auch den Nahmen Merwede führt, so möchte man sie auch für eine Arbeit des Merowäus halten, und nach Lalande ist dieſs der eigentliche Merowäische Canal. Wenn aber die Noord, wie es scheint, hauptsächlich zur Erleichterung der täglichen Communication zwischen Rotterdam und Dordrecht gegraben ist, so ist jenes nicht wahrscheinlich. da Rotterdam selbst vor dem XIV. Jahr-

(o) Simon van Leeuwen Batavia illustrata fol. 102.

(p) Cluverius G. Ant. c. 5.

(q) Rivierk. verh. bl. 129.

hunderte in keiner Urkunde vorkommt (r). Eben so wenige zuverläſsige Nachrichten hat man, wann die Waal und Maas bey den Schanzen St. Andries und Voorn vereinigt sind. Das Fort St. Andries wurde 1599 gebauet, und wenn zu dessen Verstärkung, wie es glaublich ist, die Vereinigung dieser Flüsse gemacht wurde, so wäre die Arbeit auch in diese Zeit zu versetzen, und gehörte also eigentlich in die zweyte Epoche.

§. 244. Die Holländische oder Goudsche Yssel (Tab. 30. 40.) halten einige für einen anfänglich gegrabenen Canal, und zwar um den Rhein von seinem hohen Wasser zu entlasten. Velsens Meinung nach waren: diese Yssel, der Leck, ehe er nämlich bis nach Wyk te Duurstede verlängert war; ferner die Linge, die Alblas, die Giesse und dergleichen Canäle schon Anfangs Bäche und kleine Flüsse.

Da Holland ein flaches, theils morastiges Land war, und der glückliche Erfolg des Leckflusses, in Rücksicht des Rheinlandes, die Anlagen ähnlicher Arbeiten wünschen lieſs, so wurde die Holländische Yssel zur Austrocknung des Krimper-Waards, des südlichen Theils der Waterschap Woerden und des Landes von Montfoort und Ysselstein, gröſser gegraben, und mit der Erde gleich Dämme aufgeführt. Durch sie ward ein Theil des Lecks unter Vreeswyk abgeleitet, welches der daselbst liegende Damm bey Klaphecke, das Verlaat und das sichtbare Bett der alten Yssel beweisen. Jetzt empfängt sie durch ein Siel zwischen Böngenaar und Jutphas, aus dem Canale der von Vreeswyk nach Utrecht (1373) gezogen ist, das überflüssige Wasser dieses Canals. Die Verbindung der Yssel mit dem Leck wurde vielleicht durch die Ueberströmungen des letztern Flusses, und durch die Gefahr der Durchbrüche an den Leckdeichen gerechtfertiget. Wann sie aber bewerkstelliget wurde, finden wir nirgens angemerkt. Die Bedeichung des Krimper-Waards, die im Jahre 1097 (s) schon geschah, und wozu die ausgegrabene Erde wahrscheinlich mit verbraucht wurde, rechtfertigt aber gewiſs unsere Ordnung, nach der wir sie noch vor dem Jahre 1021 entstehen lassen.

§. 245. Die erste Nachricht, die man von einem eigentlichen Vergleiche, oder Uebereinkunft über den Holländischen Wasserbau findet, ist vom Jahre 1165 (t), da durch Vermittelung des Kaisers Friedrich ein Contract zwischen Gottfried, Bischoff von Utrecht; Heinrich, Grafen von Geldern; und Dietrich, Grafen von Cleve, geschlossen wurde, um den Unglücksfällen, welchen man durch die Ueberschwemmungen der Flüsse beständig ausgesetzt war, vorzubeugen; weil die verschiedenen Absichten kleiner benachbarter Landstriche, ja sogar einzelner Städte, es zu allen Zeiten sehr schwer machten, dagegen gehörige Anstalten zu treffen. Der hier geschlossene Contract lief auf folgende drey Puncte hinaus: 1) Es sollte ein Abfluſs für das Wasser durch den Acker *Noda*, oder *Nieda*, der zwischen dem Rheine und der Süder-See,

(r) Alting. Germ. inf. ant.

(s) Tegenwoordige Staat van Holland. VI. Deel. bl. 476.

(t) Wagenaars Vaderlandsche Historie, deutsche Uebersetzung S. 313.

ein wenig oberhalb Reenen, an der Gelderschen Grenze, anfieng, gegraben werden, um vermittelst desselben das überflüssige Rheinwasser, wodurch das Stift Utrecht sehr litt, in die See zu führen; welches desto leichter geschehen konnte, da dieser Acker auch dicht an der Ser lag (T. 42.). 2) Der bey Wyk te Duurstede in uralten Zeiten von Civilis in den Rhein gelegte Damm sollte niemals zerstört werden. 3) Der vom Grafen Floris bey Zwadenburg in den Rhein gelegte Damm, sollte dagegen auf ausdrücklichen Befehl wieder weggenommen werden (S. 340.). Dem Grafen selbst wurden wegen der Anlage dieses Dammes heftige Vorwürfe gemacht, und ihm Schuld gegeben, die Ursache vieler Ueberschwemmungen in dem Stifte und des Todes einer unzählbaren Menge Menschen gewesen zu seyn. Dieses Diplom vom Kaiser Friedrich dem ersten kommt beym Heda S. 181. u. s. w. vor. Graf Wilhelm I. von Holland mufste eidlich versprechen, für die Zukunft bey keiner Gelegenheit den Rhein, weder bey Zwadenburg, noch sonst wieder zuzudämmen. Die Stadt, welche er hier anlegen liefs, wurde nach dem alten Damme Zwadenburgerdamm, nachher Zwamerdamm genannt.

Die Noda ist nachher zu Folge dieses Vertrags gegraben worden, und der dadurch entstandene Canal hat, wie Mathäus in notis ad Anonymum de rebus ultrajectinus p. 121. zeigt, den Nahmen *Grebbe* bekommen. Indessen ist dadurch noch keine Communication des Rheins mit dem Süder-See eröffnet. Allein wegen Erfüllung der andern beyden Puncte ist oft Streit entstanden.

§. 246. Die zweyte Epoche des holländischen Flufs- und Dammbaues fängt, wie gesagt, von dem Jahre 1421 an, weil damals am 19. November die Merwede (Tab. 31.) durch den Oudewiel einen neuen Abflufs erhielt, folglich die Mündung der Maas, von dieser Zeit an, ihrer Strommasse beraubt, versanden mufste. Zu diesem Durchbruche mochte wohl die im Jahre 1366 vor dem Alblasser Waard vorgenommene Bedeichung eines grofsen Stück Landes viel beygetragen haben, weil dadurch das Profil des hohen Stromes zwischen Haardingsveld und Werkendamm sehr beengt wurde. Das Wasser drang daher bey hohen Fluthen so stark gegen die beyderseitigen Dämme, dafs endlich der älteste Damm, welcher vormahls den Süd-Holländschen Waard einfafste, in der Nacht vom 18. auf den 19. Nov. 1421 durchbrach. Dieser Durchbruch geschah vor Werkendamm, an dem Orte, der nachher der Oude-Wiel genannt ward, wodurch der ganze Süd-Holländische Waard überschwemmt wurde, zwey und siebenzig Kirch-Dörfer untergiengen, und eine zahllose Menge Menschen ihr Leben verlohren haben. Viele von diesen Kirch-Dörfern und Aemtern kennt man nur jetzt noch ihrem Namen nach, ohne zu wissen, wo sie gelegen haben. Andere sind entweder ganz oder zum Theil wieder hervorgekommen, wovon etliche nachher von neuem bedeicht worden sind, z. B. das Land von Neu-Altena; die übrigen aber liegen noch als Aufsen-Deichs Lande, als Wasser und Inseln, in dem Bergschen Felde, oder dem Bies-Bosch.

Dieses grofse Unglück, wodurch nicht blofs die 72 Dörfer untergiengen, sondern das auch zuverläfsig als die Hauptursache des jetzigen schlechten Zustandes der Holländischen Flüsse mit anzusehen ist, wird von einigen der Bosheit eines Bauern zugeschrieben, der den Deich bey Wieldrecht soll durchgestochen haben (u); wahrscheinlicher ist es aber, dafs es aufser von den schon oben erwähnten Bedeichungen, vornehmlich dadurch verursacht ist, dafs der Herzog Wilhelm von Baiern im Jahre 1414 dem Amtmann von Wieldrecht, Namens van Zevenbergen, erlaubte, gewisse Siele und Wassergänge, die sonst geschlossen zu seyn pflegten, zu jeder Zeit öffnen zu dürfen (x). Bey dieser grofsen Wasserfluth ist auch die Insel, worauf Dortrecht steht, von dem festen Lande abgerissen (y).

Die Folgen von dem Untergange des Bergischen-Feldes oder des Bies-Bosches (T. 31. und 40.) waren für die Holländischen Flüsse äusserst nachtheilig. Das Wasser, dem jetzt durch den Bies-Bosch ein neuer Weg nach der See geöffnet war, flofs nun durch diesen so viel kürzern Weg, wegen des gröfsern Gefälles, directe in die Nordsee, ohne die Maassmündung zu passiren. Nach Velsen war noch 1768 das Gefäll längs dem Flusse unterhalb zwey Zoll auf eine Stunde Weges, wohingegen das Gefäll längs den Killen 16 Zoll auf dieser Distanz, und folglich achtmal so grofs war. Man rechnete bald, dafs $\frac{3}{4}$tel des von der Waal und Maas herunterkommenden Wassers durch den Bies-Bosch, und nur $\frac{1}{4}$tel mehr davon auf dem alten Wege zur See gelangte. In neuern Zeiten rechnet man gar, dafs $\frac{15}{16}$tel durch den Bies-Bosch, und nur $\frac{1}{16}$tel mehr auf dem alten Wege in die See abgeführt werden (z).

Diese so sehr verminderte Wassermenge, welche jetzt die Meerwede und Maas unterhalb des Bies-Bosches abzuführen hatte, liefs ähnliche Folgen erwarten, als welche der alte Rhein erfuhr, da ihn durch die Geldersche Yssel und dem Leck so viel Wasser entzogen wurde, die nämlich Versandung dieses untern Rheines waren. Hätte man sich durch dieses Beyspiel belehren lassen; so würde man gesucht haben, die Flufsäste (Killen) sobald als möglich nach und nach wieder zuzuschliefsen, und folglich den Strom in den alten Stand wieder herzustellen. Dieses geschah aber so wenig, dafs Dordrecht, als es 1581 und 1582 den Ouden-Wiel zuschliefsen, oder wenigstens doch beengen wollte, mit Gewalt daran verhindert wurde, obgleich es hierzu die Bewilligung des Hofes von Holland (ein Gerichtshof) hatte, und von den committirten Räthen unterstützt wurde. Die Stadt Dortrecht wollte diesen Zuschlufs machen lassen, weil sie schon den Anfang einer Versandung gewabr wurde, und eine gänzliche Verlandung der Merwede befürchtete. Eben dieses sahen vielleicht andere

(u) Boxhorn Theatr. Holl. p. 8.
(x) Teg. St. VII. Deel. bl. 320.
(y) Wagenaars vaderl. Hist. II. D. 12 Boek.
(z) Verhandelingen van het Bataafsche Genootschap der proefondervindelyke wysbegeerte te Rotterdam II. Deel. 20 Bladz. — Peilingen omtrent de Merwede door Cruquius.

städte gern. So grofs war die Eifersucht der städte aufeinander von je her, dafs es dieser gelang, auch die beſten Projecte rückgängig zu machen. Im Jahre 1594 kam diese sache wieder bey den committirten Räthen in Anregung; es geschah aber, wenigstens in dieser Epoche nichts mehr, bis 1726, da sie von neuem in den Gang kam. Was aber damahls und nachher geschehên ist, gehört nicht hierher.

§. 247. Als die stadt Dortrecht auf diese weise ihren Zweck: die vertiefung der Merwede längs der stadt durch zudämmung der durch den Bies-Bosch gehenden Flufsäste nicht erreichen konnte, glaubte sie denselben dadurch zu erlangen, dafs sie den Flufs einschränkte und beengte, und legte zu dem Ende im Jahre 1663 den Papendregtschen veerdam, Tab. 50., an. Hierdurch wurde der Flufs vor der stadt auf einmal um die Hälfte verengt. Natürlich mufste dieser Damm das wasser sehr aufhalten, und dessen Abflufs nach den untern Flüssen hinderlich werden, und in je höherm Grade diefs geschah, deso mehr wasser mufste nach dem Biesbosch fliefsen, und das Bett der *Nord* mufste sich noch mehr erhöhen. Da 1648 das *Malegat zwischen* Dordrecht und 'sGravendael gegraben war, welches hierdurch einen viel stärkern zuflufs nach der See bekam und zur Durchfahrt der schiffe aus der Nordsee nach Dortrecht und Rotterdam dient; welches auch die Nieuwe-Fahrt heifst (Tab. 31). Beydes, das Graben dieses Canales so wohl als das Anlegen des erwähnten Dammes, waren gerade die Mittel, welche man hätte erwählen müssen, um die Alte- und Neue-Maas unterhalb gänzlich zu versanden. Dieses ist denn auch in einem reichlichen Maase geschehen. Um sich hiervon zu überzeugen, darf man nur die Karten ansehen, welche in den Jahren 1606 und 1611 von Matthys de Been van Wena, Landmesser von Rheinland, Delfland, Schieland und des Landes von Putten, und von Balthazar Florez und Sohn, auf Befehl des Deich-Collegii von Delfland verfertigt wurden, woselbst die Mündung der Maas vier bis fünfmal so breit war, als sie jetzt ist. Auf den Karten, welche zu diesem Werke als Kupfer dienen, ist die alte Maasmündung von 1606 genau angegeben. Damahls existirten darin die Inseln Weel-Plaat, Meuve-Plaat, Els-Plaat und de Beer vor Oude Beyerland. So sind also die Inseln in der alten Maas ein Geschenk der obern Flüsse; ja! im Jahre 1665 war nach einer Karte von Maurits Wallrawen und nach einer von Peter Douw, der Beer oder Hoek van Holland nur eine spitze Landzunge, von 90 Ruthen breit, wie sie auf die Stromkarte der Mündung gezeichnet worden ist. Da wo jetzt das Hoek van Holland liegt, konnten damals noch Heringsfahrzeuge segeln.

Die Mündung der Maas ist gegenwärtig so versandet, dafs die Seeschiffe, welche nach Rotterdamm wollen, erst bey Helvoet vorbey, und das Haringvliet und Malegat bey Dortrecht passiren, dann die alte Maas durchfahren und endlich an der spitze von Portugall in die neue Maas zurückkehren müssen. (Tab. 31. und 32).

§. 248. In die dritte Epoche fällt die veränderung der stromscheidung des Rheines von der sogenannten Waal. Dieses Ereignifs kann dem Flufsbankundigen nicht unerwartet seyn; denn von der zeit an, als die Waal in den Oudenwiel unter Gor-

kum, einen kürzern Ausgang in die Nordsee fand, mufste sich ihre Geschwindigkeit vermehren, indem ihre Neigung, folglich auch ihre Wassermenge und Tiefe sich vergröfserte. Hiezu kam noch, dafs der Rhein ein einschlürfender Strom (Tab. 21.) geworden war. Man konnte daher den im Jahre 1711 erfolgten Durchbruch der zwischen dem Rhein und der Waal liegenden Erdzunge leicht voraussehen. Zwar suchte man ihn, durch die Anlegung des Booter-Deiches, im Jahre 1696 zu verhindern. Der Ingenieur Passavant entwarf auch in eben diesem Jahre zwey Verbesserungsentwürfe. Nach dem einen sollte für den Rhein, durch das Spyck, ein 696 Schuh weiter und 14 Schuh tiefer Canal ausgegraben werden, den er mit den Leitdämmen K L und H I begränzen, dessen linkes Ufer aber mit einem Uferbauwerk beschützen wollte. Ein 120 Schuh langes Schöpfwerk A, so wie die Kribbe VIII. sollte den Strom in den Durchstich einführen. Wenn wir das letztere Werk abrechnen und bemerken, dafs die Aushebung des Durchstiches nur eine Breite von 100 Schuh hätte erhalten dürfen, so war dieses Projekt dem damaligen Local sehr angemessen. Wahrscheinlich hatte man von dem Fort Schenkenschanz eine zu hohe Meinung, als dafs man sich entschliefsen konnte, dessen rechte Seite von dem Strome zu entfernen. Passavant sah sich daher genöthigt, einen zweyten Entwurf zu machen, bey welchem die Stromscheidung in der Nähe von Schenkenschanz beybehalten werden konnte. Er entwarf daher das auf der Karte (Tab. 21.) beschriebene *zweyte Durchstichsproject.* Er glaubte mit den Kribben I bis VII. und mit dem Schöpfwerk VIII. den ungetheilten Strom in den Durchstich zu werfen, mit den Bauwerken b XII. aber einen Theil des Stromes in die bey Schenkenschanz versandete Rheinmündung einzuleiten. Dieser Entwurf würde den Absichten um so weniger entsprochen haben, da der ungetheilte Strom mit seinem Stromstriche vor dem Durchstich gänzlich vorüberflofs und in demselben eine starke Wendung erhalten mufste. Diese wichtige Sache blieb nun auf sich beruhend, wiewohl im Jahre 1696 der Niederrhein nur $\frac{1}{24}$ Theil von dem unvertheilten Strome (nach Passavants und von Lindens Berechnung) abführte, bis eine militärische Rücksicht im Jahre 1701 eintrat. Der berühmte Coehorn legte nämlich die Sternschanze an, und liefs den am 3. September 1698 beschlossenen Pannerdenschen-Canal auf eine Breite von 120 Schuh graben. Der im Jahre 1742 bey Lobyt von Ludwig XIV. unternommene Uebergang über den Rhein, nachdem er sich des Forts Schenkenschanz bemeistert hatte, und den die französischen Schriftsteller zu den Grofsthaten dieses Königs gezählt haben, wiewohl er bey dem versandeten Rheine sehr leicht war, mochte wohl die militärische Wichtigkeit dieses Punctes gezeigt haben, so dafs man die Sternschanze, und zu ihrer Vertheidigung den Pannerdenschen-Canal als nöthig erachtete. Dieser Canal war aber für Hollands inländische Schiffahrt ein dringendes Bedürfnifs geworden, weil auf dem versandeten Rheine, von Schenkenschanz abwärts, mit dem Ende des siebenzehnten Jahrhunderts, alle Schifffahrt aufgehört hatte. Eben dieses nachtheilige Ereignifs fand auf dem Leck und der Gelderschen Yssel statt, weil beyde Flüsse ihr Wasser aus

dem Rhein empfiengen. Man erweiterte ihn daher im Jahre 1707 auf 160 Schuh. Um die Schifffahrt auf der Yssel zu erhalten, wurde festgesetzt, dafs der Rhein bey Arnheim, und die Yssel, eine gleich grofse Wassermasse aus dem Pannerdenschen Canal erhalten sollten. Kein Wunder daher, wenn über die Verbesserung der obern Flüsse mehrere Vorschläge entworfen und mit Preufsen, welchem das rechtseitige Ufer des Rheins bis Gelder'sche Ort zustand, Verhandlungen angeknüpft wurden. In dem Jahre 1751 machte der berühmte Lulofs mit dem Ingenieur Bolstra und Leenen einige Vorschläge. Nach denselben wurde 1) der durchbrochene Ossenwaard'sche Damm A B C (Tab. 22.) nach der geraden Richtung bey C gelegt, und an den Kruis-Deich angeschlossen. 2) Der s'Gravenwaardsche Deich sollte von K nach L aufgeführt werden, und bey Herven wollte man einen neuen Deich anlegen. 3) Es sollte von der versandeten Rheinmündung C bey Lobyth ein Durchstich bis E ausgegraben werden (*), der Leitdamm M N P oder R N P würde den Strom in ihn gelenkt und die Ueberströmung in den alten Rhein gehindert haben. Ferner sollte durch den Bylandschen Waard der Durchstich H I R geführt werden. Der erstere hätte schon den Anfall des Stromes auf die Schartufer von Herwen, und vor Keken geschwächt, und der zweyte würde alsdann den Strom ganz von der Herwenschen Krümme abgeleitet haben, wenn er etwa 100 Ruthen höher hinauf mit der Mündung gelegt worden wäre, und gleich ein Schöpfwerk erhalten hätte. Leider liefs man aber diese Durchstichs-Projecte auf sich beruhen. Man begnügte sich mit der sehr unzureichenden Schmälerung der Mündung des Pannerdenschen Canales, woran (1749) die Kribben L und K, so wie das Bleswerk G (Tab. XXVI. Fig. B.) erbauet wurde. Um den hohen Strom einigermassen davon abzuhalten, wurde im nämlichen Jahre der sogenannte Sorge-Deich aufgeführt; der Millingsche Sommerdamm wurde aber abgeflächt. Warum projectirte man nicht jene zwey Durchstiche in einer und derselben Richtung? Die Ueberschwemmungen am Leck wollte Lulofs und Bolstra längs dem Dief-Deich ableiten.

Nachdem die Faschinenwerke L, K, G, und die Wiederherstellung des Spykschen Deiches (Tab. 22.), den der Strom von P nach P zerstört hatte, so wie das Bleswerk längs Herwen vollführt war, überliefs man der verschiedenen Meinungen wegen, die Flüsse sich selbst. Der Herwensche Deich und das Dorf Herwen ward ein Raub des Stromes Tab. 26. Fig. C. Die hohen Gewässer überströmten nun den Polder (den eingedeichten District) der drey Dörfer Herwen (**), Art und Pannerden. Der Bug der Serpenpentine nahm fürchterlich zu, ja es stand zu befürchten, dafs die Waal sich ein Bett von Herwen nach Arth in den alten Rhein bahnen würde (Tab. 13). Wäre dieser Durchbruch erfolgt, wie er denn, ohne den Bylandschen Durchstich, erfolgt seyn würde, so war es um Hollands Existenz geschehen; denn der eingeengte und in seinem Bette erhöhete Leck konnte nicht die gewöhnliche Wassermenge der Waal, geschweige denn die hohe Waal, fassen.

(*) Dieser Durchstich wurde von Preufsischer Seite vorgeschlagen.

(**) Diefs Dorf wurde zurückgelegt.

Die Mündung des Pannerdenschen Canals, deren Beschaffenheit von 1751 bis 1766 aus Fig. A nnd B Tab. 26. zu ersehen ist, war dergestalt versandet, daſs darauf angetragen wurde, am linken Waal-Ufer die Kribben A, b B und einen Leitdamm c d (Fig. A.) anzulegen. Bauwerke, welche dem Pannerdenschen Canale mehr Wasser zuführen sollten. Das erstere A ist endlich (1787) ausgeführt worden, es liegt von E bis F (Tab. 23.) Die übrigen unterblieben gänzlich. Würde nicht ein Schöpfwerk auf der Kiesanlage vor dem Nicolas Waard, etwa von d nach e (Tab. 26. Fig. A und B) bessere Dienste geleistet haben? Der hohe Strom lief nun, nachdem der Herwensche Deich zerstört war, immer in den Polder der drey Dörfer hinein, von wo er längs dem Sorgdeiche in die Mündung des Pannerdenschen Canals strömte, und diese Inondationen wurden durch Eisstopfungen in der Herwenschen Serpentine noch vervielfältigt und gefahrvoller, weil sie den Strom zur verderblichen Höhe anschwellten. So weit lieſs es das Gouvernement, ohne auf die Vorschläge der Ingenieure zu achten, kommen, bis es sich endlich (1771) entschloſs, eine Zusammenkunft der verschiedenen interessirten Theile zu veranstalten.

So standen nun dem hohen Strome zwey Wege statt einem offen: nämlich der Alterhein bey Lobyt und der Pannerdensche Canal; ja auch ein dritter war für den aus seinen Ufern getretenen hohen Strom unglücklicker Weise (1740) in dem Durchbruche des Spyckschen Deiches erfolgt, dessen Länge anfänglich fünfzehn, aber 1745, hundert und funfzig Ruthen betrug. Es floſs daher der hohe Strom durch diese Deichöffnung und vereinigte sich mit dem Alten-Rhein in der Gegend unter Elten. Kein Wunder, wenn von dieser Zeit an die Leckdeiche in Gefahr kamen, und vielleicht ist es nur lediglich den hohen Ueberschwemmungen von 1745 beyzumessen, daſs man endlich nach so vielem erlebten Unglücke, bedacht nahm 1) den Spyckschen-Deich, wobey Preuſsen sehr interessirt war, auf gemeinschaftliche Kosten herzustellen und das Ufer längs demselben mit einem Bauwerke zu decken, 2) die Vertheilung der Flüsse zu verbessern. In dieser letztern Rücksicht wurde in der 1745 abgeschlossenen Convention festgesetzt: a) daſs der Pannerdensche-Canal ein Drittel und die Waal zwey Drittel von dem Strome des unvertheilten Rheines abführen müsse; b) die Mündung des Altenrheins bey Lobyt, welche hundert achtzig Ruthen breit war, sollte auf siebenzig Ruthen mit Dämmen eingeschränkt werden. Um jene Bedingung in a) zu erfüllen, glaubte man das Packwerk G Fig. B. (T. 26.) im Pannerdenschen Canal ausbessern zu müssen. Bey der Bestimmung der Stromvertheilung wurde indessen nicht auf die mittlere Geschwindigkeit, mithin eigentlich nicht auf die Wassermengen selbst, sondern nur lediglich auf die Gröſse der Profile gesehen. Sonderbarer als dies ist es aber, daſs man bey ihr nicht einmal eine gewisse Wasserhöhe festsetzte, daſs sie nachher die Veranlassung zu vielen Streitigkeiten und Hin- und Herschreiben werden konnte, zumal da der hohe Strom durch den Alten-Rhein eine groſse Wassermenge abführte. Bey hohem Wasser, wo eigentlich die Noth eintrat, — die Kunst Rath schaf-

fen sollte, — fruchtete sonach selbst die Einschränkung des Pannerdenschen Canals nicht hinlänglich.

Wie wenig man dem hydrotechnischen Uebel auf den Grund nachzuspüren suchte, beweist unter andern die so weitläuftig am 30. und 31ten July 1745 zwischen den Staaten von Geldern, Holland und Westfriesland, von Utrecht und Overyssel abgeschlossene Convention. Darin sagen die von Geldern: „dafs alle Ueberschwemmungen der Leck- und Ysselgegenden von dem Deichbruche im Spyck hergekommen seyen, und dafs der Pannerdensche Canal darauf keinen Einflufs gehabt habe“. Auch den Altenrhein vergessen sie. Holland und Westfriesland waren der, der Sache angemsseneren der P. Geldern entgegengesetzten Meinung. Hiezu kömmt noch, dafs der Landmesser dieser letztern Provinz (Leenen) behauptete: der Pannerdensche Canal führe nur den dritten Theil des Stromes der Oberwaal ab, ohne sich auf etwas anders als auf eine Tiefenmessung zu beziehen. Es ist demnach nur zu gewifs, dafs die Rede nicht von der *Wassermenge*, wie sie es doch hätte seyn sollen, sondern nur von den Profilgröfsen war. Selbst Lulofs und Bolstra sagen diefs ganz bestimmt in ihrem Gutachten von 1763. Nach diesem ist sogar der Vergleich gemacht und die eben erwähnte Vertheilung der Ströme angenommen worden, ohne einmal eine genaue Tiefenmessung bewerkstelligt zu haben. Sie sagen ferner: „es ist zwar seit einiger Zeit der Befehl da, diese Messungen anzustellen; aber es hat sich nicht fügen wollen, ihn zu erfüllen.“ So unbedeutend, ja oberflächlich, waren also damals noch die hydrometrischen Untersuchungen. Möchte doch ein ähnlicher Fall nirgendmehr bey den wichtigsten Wasserbauangelegenheiten eintreten!

§. 249. Der hohe Strom kehrte sich auch an diese, von den Grundsätzen der Flufsbaukunde entblöfste, Convention nicht. Schon im Jahr 1747 zerrifs er den Norder Leckdeich bey Wyk by Duurstede (T. 36.). Man fuhr aber dennoch fort, die Anschwellung des Lecks nicht den zwo Wasserstrassen: dem Pannerdenschen Canal und dem Alten-Rhein, sondern nur den vielen Sandbänken und Kribben, die im Leck lagen, so wie dem Gebüsch, das längs dieses Flusses Ufer und auf den Aussendeichslanden (Uiterwaarden) stand, zuzuschreiben. Ist dies nicht unbegreiflich? In dieser aller Kenntnifs des Locals wiedersprechenden Ueberzeugung wurde indessen lediglich verordnet: alles das fortzuräumen, was des Leckstromes Abflufs hemmte. Von so grofsem Nutzen diese Verordnung im allgemeinen auch war, so konnte sie dem Uebel doch nicht vollkommen begegnen: denn dieses lag leider in jenen Oeffnungen beym Spyck, bey Lobyt, und in einer zu weiten Mündung des Pannerdenschen Canals. — Diese Ursachen, waren sie nicht eben so unverkennbar als ihre Wirkungen?

Das Bett des Leckflusses und des Niederrheins versandete, während dafs der Alterhein nur wenig Strom abführte, das ist in dem Zeitraume von 1623 bis 1712. Der schwache Strom mufste das Material, welches in die einschlürfende Mündung des Pannerd. Canals gekommen war, in dem Bette dieses Canals und des Niederrheins liegen lassen.

Sobald aber dem hohen strome *zwey grofse wege*, der erweiterte pannerd. canal und der Alterhein, statt einem sehr engen: dem 12 ruthen schmalen canale, angewiesen waren, mufste er den sand aus dem bette dieses canals und des niederrheins ab — und in das bett des lecks einführen. *So stiegen die flufsbetten und mit ihnen der strom zu einer höhe empor, die sie nie erreicht hatten.* Wer sieht also nicht mit uns die nothwendigkeit der einschränkung jener stromwege ein? Wie nöthig diese und die verbesserung der Alten-ysselmündung G H und P Q (tab. 14. und 15), (welche einen sehr geringen strom ihrer rechtwinkeligen richtung wegen, die sie mit der bahn des niederrheins bildete, empfieng), auch war, um einen gröfsern strom aufzunehmen: so wurde von allem dem, was diese uebel heben könnte, auch *gar nichts* gethan. Im gegentheil liefs die stadt Nymegen auf dem Millingschen - waard einen damm (in Fig. B. T. 26. punctirt) auf 20 fufs 10 zoll arnheimer pegelhöhe aufführen, welcher dem pannerd. canal viel wasser zuwies. Die höchste anschwellung des stromes war nur bis zu 19 fufs 4½ zoll gestiegen, auch hat das höchste wasser nachher (1781) nicht mehr als 20 Fufs A. P. erreicht. Ja! als sommerdamm hätte er nur 15½ fufs A. P. seyn dürfen.

§. 250. Die Inondationen von 1747 electrisirten wieder die staaten von Holland und Westfriesland: solcher unglücksfälle bedurfte es immer in Holland, wie überall, sich nach verbesserungen umzusehen! Die convention, welche 1749 zu stande kam, setzte die einschränkung der Mündung des pannerd. canals vermittelst der kribben K und L (T. 26. Fig. B.); wiederherstellung des bleswerkes G; ferner, ausrottung des gehölzes, welches auf dem Millinger waard stand, und das schlichten des auf diesem waard angelegten dammes, von dem wir eben gesprochen haben; endlich die anlage des zorgedeiches, fest. Alle diese puncte, welche immer nicht hinreichend waren, die uebel zu heben, wurden — ausgenommen den dritten — erfüllt.

Wenn man die richtung der oberwaal O O, O H, welche auf die herwensche krümme (tab. 22. und 23) gieng, betrachtet und in erwägung zieht: dafs die waal ehemals zwischen dem kriusdeich und s'Gravenwaard bey Q Q, nach den punctirten linien, flofs (tab. 22.); wenn man ferner erwägt, dafs jetzt der strom dieses zugeschlickte bett fand, so wird die schleunige zunahme der herwenschen-serpentine (der abbruch des concaven ufers) erklärbar. Ein abbruch, den der von Preussen (1750) auf den bylandschen waard angelegte damm, welcher bey dem bimmenschen deiche begann, und auf eine länge von 260 ruthen schräge über diesen waard dem hohen strome entgegen lag, gar sehr beförderte. Er leitete einen aus den ufern O O getretenen strom directe auf den bug der serpentine; staute ihn auf, nöthigte ihn die s'Gravenwaard- und ossenwaardschen deiche an mehreren stellen (1751) bey A. B. C., ja! zwey Jahr nachher, noch an sechs andern, zu zerreissen. Je gröfser diese serpentine ward, desto mehr material, welches von dem concaven ufer abgerissen war, setzte sich an dem pannerdenschen waard und in der canalmündung (tab. 26. Fig. B.).

Vor dieser zog der niedrige strom vorbey, aber nicht der hohe. So war also diese serpentine für die stromscheidung äusserst verderblich.

Das dorf Herwen (Tab. 14.) war bereits ein raub der perpendiculair anfallenden waal geworden, und die gewalt dieses stromes schien, bey dem lockern boden, keine andere grenze, als unzerstörbare kunstmittel, zu kennen. Konnte man sich aber wohl, eben bey diesem lockern boden, eine stabilität, einen ökonomischen beharrungsstand der ufer versprechen; und blieb die serpentine für die Mündung des pannerd. canals, von der sie den niedrigen strom ableitete, und für das Millingsche ufer, nicht sehr nachtheilig? Der durchbruch der schmalen erdfläche zwischen der waal und Aart schien also unvermeidlich, wenn man erwog: dafs der rhein, bey diesem orte, in seiner oberfläche 35 zoll niedriger lag als die waal bey Herwen in der ihrigen, und dafs das terrain selbst von Herwen nach Aart abhängend war. Wäre dieser durchbruch erfolgt, so würden die provinzen Holland, Utrecht, Overyssel und Geldern zum theil in sumpf und moräste verwandelt worden seyn. Dann hätten die deiche an der Yssel und am Leck die gesammte wassermenge des unvertheilten rheins nicht halten können. Wären diese zerrissen gewesen, so würden die andern deiche als der Meerendeich, die deiche an der Langenlinschotten, die wiericker kade, der dief- und der zouwendeich (T. 39. 40. 41.) auch zerstört worden, und Hollands verderben erfolgt seyn. Wer war es, der diese gefahr nicht zugestand, nicht achtete? Die deputirten der provinz Geldern — geleitet von ihren leidenschaftlichen oder unkundigen landmessern, sagten: „es sey ein solcher durchbruch unwahrscheinlich". „Wenn derselbe indessen auch erfolgen sollte, so dürfe nur der pannerd. canal geschlossen werden, um alles in den alten zustand zu versetzen, und der Niederwaal werde der durchbruch nicht alles wasser entziehn." Welch ein sonderbares raisonnement!

§. 251. Glücklicher weise für die Niederlande lebte Lulofs, generalinspector des flufsbaues und professor der mathematik zu Leyden. Dieser schlug (1751) in gemeinschaft mit dem landmesser Bolstra, den Bylandschen - durchstich, als ein mittel zur erhaltung des Herwenschen ufers, vor.

So dringend auch die provinz Holland auf die ausführung dieses vorschlags, wodurch mit einiger veränderung, die mündung des pannerd. canals verbessert worden wäre, bestand, so war doch anfänglich Geldern allein und dann auch Utrecht dagegen. Also auch in dieser die wohlfahrt so vieler tausend menschen betreffenden sache, war es mehr um rechthaben und wortfechterey zu thun, als um das beleuchten und prüfen. Ja! es ist in einem hohen grade ärgerlich und niederschlagend: den egoismus, die nebenabsichten und die unwissenheit über bürgersinn, wohlwollen und kenntnisse triumphiren zu sehen! Doch es mögen hier die von Utrecht und Geldern aufgeworfenen nichtigen einwürfe stehen. In dem gutachten hiefs es: „es sey, wie wir schon angeführt haben," der durchbruch der waal nach dem rheine

nicht wahrscheinlich u. s. w. „Der Bylandsche Durchstich könne defswegen den Zweck nicht erreichen, weil der Flufs immer noch längs Herwen fliefsen würde. Das aus ihm weggeführte Material müsse unterhalb, also auch im Pannerd. Canal, Untiefen erzeugen," Bewirkte nicht das von dem Herwenschen concaven Ufer abgerissene Material einen ähnlichen Effect; und würde der Durchstich nicht die Richtung des Flusses auf die Mündung des Pannerd. Canals verbessert haben?

Leider ergriff man die Ausführung dieses wohlthätigen und grofsen Durchstichs-Projectes nicht, sondern begnügte sich statt dessen, drey Kribben längs dem Herwenschen Ufer (T. 22.) anzulegen, welche die ungeheure Summe von Einmahlhundert funfzig tausend Gulden kosteten. Da sie auf einem lockern Sandgrund erbauet, und des Eisstromes Angriff ausgesetzt waren; so wurden sie 1752, ein Paar Jahre nach ihrer Anlage, zerstört.

§. 252. Holland mufste nun vom Jahre 1470 mit neun und zwanzig Hauptüberschwemmungen heimgesucht werden, bevor man die alte Rheinmündung bey Lobyth zubaute, und dem ungetheilten Strome oberhalb dem Pannerdenschen Canal, d. i. der Ober-Waal, mittelst des Byland'schen Durchstiches, eine solche Richtung gab, vermöge welcher die Mündnng dieses Canals nicht mehr durchaus einschlürfend blieb, folglich der Zustand der holländischen Flüsse bedeutend verbessert wurde. Wir sehen nämlich aus der 26. Kupfertafel, dafs die Waal bey Herwen eine grofse Serpentine bildete, unterhalb dieser aber auf das Millinger Ufer anfiel, und die Mündung des Pannerdenschen Canals bedeutend erweitert hatte. Um dieselbe einzuschränken, waren bereits von 1751 die Werke L und K aufgeführt. Wiewohl nun die Mündungen des Pannerdenschen Canals und der Yssel versandet waren; die Ueberschwemmungen vom Leck und Niederrhein häufiger und höher eintraten, und andern Theils der Herwensche-Deich bereits 1764 zerstört und das Dorf ein Raub des Stromes wurde; wenn die Waal in der Herwenschen Serpentine dem Rheine bey Aart immer näher kam; und wenn endlich die competenten Sachverständigen alle Gründe zur Ausführung des Bylandschen Durchstiches, welcher die Vertheilung der Strommasse verbesserte, aufboten: so entfernten die Provinzen Utrecht und Overyssel doch immer dessen Ausführung, weil diesen daran gelegen war, der Waal eine gröfsere Wassermenge zuzuführen.

Friedrich der Grofse gab aber der guten Sache den Ausschlag: Er liefs durch seinen Minister im Haag mit Nachdruck erklären: „dafs wenn man sich nicht zu der Ausführung des, schon längst projectirten, Bylandschen Durchstiches entschliefsen würde, der König sich genöthigt sähe, zu Gunsten der Polder von Huissen, Malburgen und Lymers, einige der *holländischen Deiche* durchstechen zu lassen." Diese kraftvolle Erklärung wirkte bey den Staaten der betheiligten drey Provinzen gleich einem electrischen Schlage. Wie sollten sie aber mit den Preussischen Commissairen in Unterhandlung treten, da sie selbst unter einander uneinig waren! Es ward also von ih-

nen im Febr. 1769 eine zusammenkunft im Haag gehalten, welche gleichwohl fruchtlos ablief. So bedarf es immer zu einer die wohlfahrt eines Landes betreffenden sache viel zeit, und widersprüche aller Art stemmen sich ihr entgegen — wenn man sich zu einer verderbenbringenden schnell entschliefst. Holland und Geldern sah sich nun genöthigt, allein mit Preussen in unterhandlung zu treten. Man beschlofs (1771) zur verbesserung der Mündung des Pannerd. canals und zur Deckung des Herwenschen ufers: den *Bylandschen Durchstich*, und zur Bonifizirung des Niederrheins: den *Yssel-Durchstich* auszuführen. Aufser diesen sollten aber auch noch die westervoortschen Fahrdämme geschlichtet (dies ist nicht geschehen) und der Ossenwaardsche Deich bis auf sommerdamms Höhe abgeflächt werden. Zum ersten Durchstiche ward der Bylandsche waard, für hunderttausend, zum zweyten die Pley, für achtzigtausend Gulden, gekauft.

§. 253. Von 1771 bis zum Jahre 1784 hatte der Bylandsche (S. 275 beschriebene) Durchstich, den Vollen-strom aufgenommen und diejenigen Faschinenbauwerke und Leitdämme erhalten, welche wir auf Tab. 25. erblicken. Die Herwensche serpentine war bereits an der Mündung gröfsten Theils verlandet. Diese Flufskrümme, von wo aus die waal nach Aart in den alten Rhein durchzubrechen drohte (Tab. 13.) welche Eisstopfung und Inondationen erzeugte, den Lauf des Stromes verdrängte, die ein grofses Terrain verschlang, und welche, indem sie den niedrigen Strom vor der Mündung des Pannerdenschen canals vorüber leitete, den Niederrhein versandete, die endlich bey hohem strome in diese Mündung zu viel wasser führte, war also mit dem besagten Durchstiche abgeschnitten!

§. 254. Die Mündung des Pannerdenschen Canals war bereits im Jahre 1751 (Tab. 26.) so breit, dafs sie bey hohem wasserstande für den Niederrhein und Leck eine zu grofse wassermasse einschlürfte. Es ward daher nothwendig, ihr eine bestimmte Grenze anzuweisen. Zu diesem Ende wurde von *Brunings* (im Jahre 1780) ihre weite zu 50 Ruthen, die Profilbreite der waal aber zu 100 Ruthen festgesetzt. Die Mündung des Pannerdenschen canals war, wie wir aus No. I. und II Tab. 26. Fig. A und B sehen, bis zum Jahre 1765 sehr versandet, so dafs selbst bey einem wasserstande von 6 Fufs 3 Zoll Arnheimer Pegel die Schifffahrt von der waal in den Pannerdenschen Canal sehr beschwerlich war. Diese Erhöhung der Mündung war jedoch nur beym niedrigen wasserstande ein Hindernifs für den Einflufs der waal in den Pannerdenschen Canal, wo hingegegen die weite Mündung des letztern die Hochgewässer und Eismassen in den Niederrhein und Leck eintreten liefs. Es wurde daher im Jahre 1781 die Aufführung des separations-werkes A A zu 8 Fufs Pegelhöhe (Tab. 24.) angefangen, und da das Fahrwasser längs dem Nicolas-waard erhalten werden mufste, so wurde dieses werk isolirt auf die in der Karte Nro. 2. angezeigte Kiesbank gelegt, und nachdem dasselbe, so wie die daran gelegten kleinen Kribben, für das Fahrwasser eine hinreichende Tiefe erzeugt hatten, wurde es mit

dem bey F angelegten Bauwerke vereinigt, und von demselben ab ward der Damm E I bis zur Sternschanze auf 19 Fuſs Pegelhöhe aufgeführt. Um die Mündung des Pannerdenschen-Canals mehr, und zwar auf die Breite von 45 Ruthen einzuschränken, wurde die sogenannte lange Kribbe F. H. auf 2304 Schuh Länge aufgeführt. Diese Bauwerke halten dergestalt auf die Mündung des Pannerdenschen-Canals gewirkt, daſs die Stromsectionen von 1782 bis 1784, von 48 bis zu 63 Quadratruthen zugenommen hatten, nämlich bey einem Wasserstande von 8 Fuſs Arnheimer Pegel. Wie im Niederrhein die Stromsection zunahm, dies sehen wir aus der S. 149 angeführten Tabelle.

Um dem Pannerdenschen Canal noch mehr Wasser zuzuführen, wurde das anfänglich 176 Ruthen lang gemachte Separations-Werk A Tab. 23. noch um 50 Ruthen verlängert, zur Verhütung des Einbruches an dem linken Waal-Ufer wurden aber alle die Werke aufgeführt, die wir auf dieser Kupfertafel sehen; und damit der hohe Strom in bleibende Profile begränzt wurde, legte man im Jahre 1788, vor dem Pannerdenschen Waard, einen Sommerdamm auf 18 Fuſs Pegelhöhe an: auch wurde die lange Kribbe, welche auf dieser Tab. 23. mit B B angezeigt ist, dergestalt an das linkseitige Ufer des Pannerdenschen-Canals angeschlossen, daſs sie am untern Ende zu 14 Fuſs und an der Wurzel zu 19 Fuſs Pegelhöhe liegt. Wie übrigens der Canal mit Bauwerken versehen ist, sehen wir aus Nro. 2. Tab. 25. Ich würde indessen zur Erhaltung des Pannerdenschen Deiches die Kribben L-K-I-III-V-VII-VIII mit Fangkribben versehen, welche durch zwey kleine Striche angedeutet und roth illuminirt sind.

In der ersten Auflage hatte ich (S. 560) die abermalige Verlängerung des Separations-Werkes auf 70 Ruthen vorgeschlagen, indem ich mich an die §. 70. und 156. aufgestellten Grundsätze hielt, daſs man nämlich die Separationen der Flüsse dem Trennungspuncte der Stromrinne so nahe als möglich bringen müsse. Brunnings schrieb mir darüber, nach dem Empfange der ersten Auflage: „Ihr Project wegen Verbesserung des Fluſsbezirkes zwischen dem Bylandschen-und Pannerdenschen-Canal stimmt vollkommen mit meiner Idee überein, und nichts konnte mich zurückhalten, eine weitere Verlängerung des Separationswerkes vorzuschlagen, als die groſsen Kosten und die Opposition von Gelderscher Seite. „Die Landmesser dieser letztern Provinz hatten nämlich die Verbesserung der Oberwaal mit den auf der groſsen Fluſskarte Tab. 23 und 22, mit XXVI, XXII, XXIII, XXIX und XXV, am linkseitigen Ufer angedeuteten Perpendiculair-Kribben, und am rechtseitigen Ufer, mit der Kribbe XX. vorgeschlagen. Brunings hingegen suchte den Strom sowohl auf die Norder- als Süder-Seite mittelst den auf den letzten zwey Kupfern roth illuminirten Bauwerken IX und X, I, II, III und IV, auf den in der obern Waal liegenden Untiefe regelmäſsig zu leiten. Welche von diesen letztern Werken bis jetzt ausgeführt sind, ist mir unbekannt. Ihre Zweckmäſsigkeit geht aber daraus hervor, daſs sie den hydrometri-

schen separationspunct beyder Flüsse dem separationswerke selbst näher bringen werden, und daſs dieselben sowohl als der vor dem Banndeich von Millingen anzulegende Leitdeich XII. I. die Eisdämme verhindern, indem der Strom alsdann Profile erhält, welche den Profilen des Rheins zwischen parallel und geradlinigten Ufern (im Clevischen) ziemlich gleich kommen. Nach der Nachricht, die der preuſsische Wasserbaudirector *Schulz* in seinen Beyträgen zur Wasserbaukunde, S. 137., gegeben hat, scheint es jedoch, daſs man von diesem Bruningschen Projecte abgewichen sey.

§. 255. Da wo der Pannerdensche-Canal (Tab. 14.) sich mit dem alten Rhein bey der Insel Candia vereinigt, erhält der Fluſs die Benennung *Niederrhein*. Dessen Bett hatte sich gleichfalls versandet, und war für die Schifffahrt zu seichte geworden, so daſs man die (Tab. 15.) schwarz schraffirten Werke anlegte, und die mit zwey Strichen, aber nicht roth illuminirten, aufzuführen willens war. Vorher, im Jahre 1769 wurde die Durchgrabung der neuen Yssel, die bereits Seite 254. beschrieben ist, beschlossen und 1773 ausgeführt. Sie vermehrte die Geschwindigkeit im Niederrhein und Pannerdenschen-Canal, indem sie den Strom schneller, als die Alte-Yssel abführte. Sie ward daher zur wichtigen Verbesserung in dem Laufe der holländischen Flüsse; denn die alte Yssel war einschlürfend geworden, versandete sich, und führte bey Eisgängen eine sehr geringe Strommasse ab, so daſs der Niederrhein und Leck eine zu groſse Wassermasse empfiengen.

Den Zustand des Niederrheins von 1789 sowohl oberhalb als unterhalb der Ysselmündung zeigt die Stromkarte Tab. 25. sehr bestimmt. Die Tiefen darin sind auf 3 Fuſs 4 Zoll Arnheimer Pegel bezeichnet. Dieser Fluſsbezirk hat zwey wesentliche Mängel. Der eine Nachtheil besteht in der vor dem convexen Ufer des Loowaards auf 3 Fuſs Arnheimer Pegel liegenden Sandbank; der zweyte darin, daſs die Ysselmündung eine zu geringe Wassermasse des hohen Stromes empfieng. Bey 9′ 3″ Arnheimer Pegel ist dieselbe nur $\frac{22}{100}$ von der Wassermasse des ungetheilten Niederrheins (S. S. 69.) Die Veränderungen in den Stromsectionen des Nieder-Rheins und der Yssel, die in der ersten Auflage 1. Bd. S. 83. und 84. dargestellt sind, entstanden eines Theils von den angelegten Bauwerken, andern Theils von den beweglichen Sanden. Die in der Ysselmündung vorgegangenen sind von keiner Bedeutung. Die Mündung ist um $\frac{1}{8}$, und weiter abwärts ist die Mitte der neuen Yssel um $\frac{1}{14}$ weiter geworden. Die Tiefe hat eher ab- als zugenommen.

Wird nun in Erwägung gezogen: daſs der Niederrhein, bey einem Eisstrome, noch immer zu viel Wasser empfängt, da die Leckdeiche eher, als die Waaldeiche in Gefahr kommen; so scheint es doch nöthig zu seyn, über die Yssel solche Untersuchungen anzustellen, nach denen mit Gewiſsheit beurtheilt werden könnte: ob man ihr noch eine gröſsere Wassermenge zuführen dürfe, und bey welchem Wasserstan-

de diefs geschehen möge. Aber von diesem Flusse, noch von dessen verschiedenen Mündungen in die Südersee, existiren bis jetzt keine genaue hydrotechnische Karten. Aus der Richtung des alten Rheines, als er längs Huisen strömte, und der damaligen Ysselmündung, der Breite des Ysselbettes, den alten Deichweiten, aus der ehemaligen Festsetzung, bey welcher die Yssel die Hälfte von der Wassermenge des Pannerdenschen-Canals abführen sollte (*), scheint hervorzugehen: dafs man dieser Yssel noch gegenwärtig ein gröfseres Volumen Wasser zuführen könne. Freylich getrauen wir uns nicht, diese Festsetzung für einen sichern Beweis auszugeben. Aber die erfolgte Erhöhung der neuen Ysselmündung beweist es: dafs das Vermögen der Yssel, auch in den letzten Zeiten, abgenommen habe: denn, wäre die Wassermenge nicht verringert worden, so hätte das Bett der Mündung nicht höher werden können, da es seine, durch Kunstmittel bestimmte Breite hat. Und doch zeigen ihre Erhöhung die Tiefenmessungen von 1782, 1787, 1790, 1794, 1796 und 1797. Wollte man aber behaupten: dafs der Yssel nicht mehr Wasser, als sie jetzt empfängt, zugeführt werden dürfe, so ist es doch unleugbar: dafs die bisherigen Untersuchungen, welche von diesem Flusse angestellt seyn mögen, nicht von der Art sind, um für einen Beweis einer solchen Voraussetzung zu gelten. Diese mufsten aber defswegen unterbleiben, weil die Provinz Over-Yssel sich so lange von aller Theilnahme an die Verbesserung der Flüsse lofssagte, bis sie von dem guten Effect der Correctionsmitel überzeugt seyn würde.

Erwägt man nun die Abnahme der mittlern Tiefe in der Neuenmündung, und dafs die Nachrichten der Ueberschwemmungen (S. 91. bis 128. 1te A. 1. B.), von wenigen Deichbrüchen längs der Yssel sprechen, wo doch deren Mündungen in die Südersee sehr mangelhaft sind, und ihr Bett selbst wesentliche Verbesserungen bedarf; so scheint es, dafs die Bonificirung des Niederrheins, eine Verstärkung des Ysselstromes erheische. Der (T. 15.) roth illuminirte Ansatz an dem Schöpfwerke, dürfte diesem Zwecke entsprechen; und dann wären noch wohl die Westervoortschen Fahrdämme, nach der Convention von 1771, zu schlichten. Aber dieses ganze Raisonnement ist keinesweges genugthuend. Wenn es diefs seyn sollte, so müfste es auf genaue Karten des ganzen Ysselflusses gegründet seyn, die nicht existiren: denn dieser Flufs wurde ehemals lediglich durch Particuliers, nach dem Wasserrechte (**), bearbeitet. Es könnte also wohl

(*) Nieuwe Jaarboecken pag. 871.

(**) Nach dem Gelderschen Wasserrechte, soll eine Kribbe nicht weiter, als 1/3 der Flufsbreite in den Strom gehen. So dafs die Waal nur eine Breite von 60, die Maas von 20, und die Yssel von 10 Ruthen behielte. Wo die Flüsse diese Weite nicht haben, da sollen keine Kribben angelegt werden; ausgenommen, vor Schaardeiche und Festungswerken: Reglement op het Kribben Art. 31. Wenn man sich einige Bekanntschaft von dem Local erworben hat; so wird man bald überzeugt, dafs dieses Re-

sehr möglich seyn, dafs einige Hindernisse es untersagten, ihm mehr Wasser zu geben. Diese Bemerkungen sind auch blofs mitgetheilt, um diejenigen unserer Leser welche einst Holland, in hydrotechnischer Hinsicht, bereisen, auf diese Yssel aufmerksam zu machen.

§. 256. Welche Werke unterhalb der Stromscheidung in der Waal angelegt sind, sehen wir aus den Kupfertafeln 27., 28. und 29. Ich glaube daher die geschichtliche Darstellung des Flufsbaues der holländischen Hauptflüsse bechliefsen, und zu den eigentlichen Verbesserungs - Vorschlägen noch näher übergehen zu müssen.

glement sehr unzweckmäfsig ist. Denkt man an die Verschiedenheit der Fälle beym Flufsbau, so wird man gar bald gewahr, dafs auch der erfahrenste und gelehrteste Wasserbaukundige kein Wasserrecht entwerfen könne, welches auf alle Fälle, nur bey einem und demselben Flusse, passt.

SECHSTES KAPITEL
DER PRACTISCHEN FLUSSBAUKUNDE.

VORSCHLÄGE ZUR CORRECTION DER HOLLÄNDISCHEN HAUPTFLÜSSE UND ZUR ABWENDUNG ALLER UEBERSCHWEMMUNGEN.

§. 257.

Acht und dreyſsig Hauptüberschwemmungen haben die holländischen Fluſsgegenden seit dem Jahre 1470 heimgesucht. Kein Wunder daher, wenn die Committé von Holland in ihrem 1796 genommenen Beschlusse, wodurch sie die Herausgabe einer Sammlung von Memoiren über den Byland'schen - Durchstich und den obern - Flüssen verordnete (*), sich folgender Maaſsen ausdrückte: „Die Wasserbaukunst betrachten wir als eine Wissenschaft, wobey unser Vaterland, welches nur allein durch sie ausser dem Wasser gehalten wird, stehen oder fallen muſs." Diese Worte vereinbaren in sich Kenntniſs und Patriotism; möchten sie doch allen Niederländern beständig gegenwärtig seyn! Ehe ich diese Materie weiter verfolge, so sey es mir erlaubt, diejenigen Untersuchungen, welche den speziellen Vorschlägen, ehe sie ausgeführt werden, vorangehen sollten, zu erwehnen. Folgende Fragen dürften hierzu den Maaſsstab geben: 1) Wo ereignen sich gewöhnlich die Eisstopfungen? Welches sind die Ursachen, die sie hervorbringen? 2) Wie hoch liegen die recht - die linkseitigen Deiche, bey höchstem offnem Strome, bey den höchsten Eisströmen, Wasser - oder Eisfrey? Daraus ergiebt sich dann: wie viel jegliche Stelle erhöhet werden müſste; und welchem von den Flüssen eine gröſsere Wassermenge, vermöge den Separationswerken zugeführt werden könne. In Rücksicht des Waal bey Nymegen und des Rheines bey Arnheim sind bereits diese Fragen, zum Theil, beantwortet. 3) Welche schädliche Deichengen können den Städten, Dörfern und Häusern unbeschadet, ohne zu groſse Kosten — erweitert; welche hydrotechnisch schädliche Sommerdämme können eingezogen werden; welche

(*) Sie sind unter folgendem Titel 1798 in zwey Folio - Bänden auf öffentliche Kosten gedruckt worden, und der Präsident Brunings hat ihren Druck besorgt: „Verzameling van Rapporten, verbaalen en verdere stukken netreffend de Doorsnydingen en werken welken seders de conventie van den Jaare 1771 op de Boven Rivieren tuschen Emmerick en Arnhem, zyn aangelegd, zo tot bevordering van derzelver vaarbaarheid, als om, door ene geregelde verdeeling van hat opperwater, de overstroomingen (by open Rivier) te voorkomen, uuit gegeven op Last van het Provincial Committé van Holland

schädliche Weiden- und andere Holzungen sind auszurotten? 4) Wie ist den Eisstopfungen zu begegnen, dem Eisstrome einen regelmäſsigern und schnellern Abfluſs zu verschaffen? 5) Durch welche Mittel sind die seichten Stellen und die schädlichen Inseln fortzubringen? 6) Welche hydrotechnische Regulirung kann mit der Maas zwischen Grave und Loewestein bewerkstelligt werden, um dadurch zugleich der Waal einen bessern Abfluſs zu verschaffen und ihre Eisstopfungen zu verringern? 7) Sind solche Vorkehrungen nöthig, vermöge welchen die Eisströme der Maas eher in die Merwede geleitet werden können, als die der Waal; oder sind dieses letztern Flusses Eisgänge früher, als die der Maas in die Merwede zu führen?

Diese letztere Aufgabe scheint für die Verbesserung des hydrotechnischen Zustandes von Holland wichtig zu seyn: denn sobald die Eisgänge der Waal und der Maas zu gleicher Zeit in die Merwede eintreten; so ist es kein Wunder, wenn diese Ströme in ihrem Fortgange gehemmt, wenn die Merwede selbst zu jählings mit Eisschollen bedeckt wird; und dann sich in einem Eisdamme oberhalb Hardinksveld festsetzt.

8) Da die Versandungen der Merwede, der Alten und Neuen - Maas unter Dortrecht, nicht nur von wesentlicher Einwirkung auf die Anschwellungen und Eisstopfungen der obern - Flüsse (d. i. die obere Maas, die Waal, der Leck und die Goudaische Yssel) in denen sie Erhöhung der Betten uud Eisstopfungen erzeugen, sind, sondern auch der Schiffahrt Hindernisse und Gefahr bereiten; so entstehen wieder zwo sehr wichtige Aufgaben, die so lauten: *Welches waren die Ursachen dieser Versandungen? Wie kann man sie fortschaffen, ohne daſs einer der holländischen Flüsse zu viel Wasser empfange?*

Wenn gleich diese Fragen, die wichtigsten Gegenstände des holländischen Fluſsbaues in sich fassen, so darf ich sie doch, *bey der Darstellung des Baues*, an jeglichem der Flüsse, nicht wiederholen, um Weitschweifigkeit zu vermeiden. Ohne sie indessen wörtlich anzuführen, werden sie dennoch bey den Raisonnements und Vorschlägen entwickelt werden.

§. 258. Der Plan dieser zweyten Auflage erlaubt es nicht, wie in der ersten geschehen, eine vollständige Beschreibung von allen Ueberschwemmungen zu geben. Ich will daher nur zwey der letzten, nämlich die von dem Jahre 1795 und 1799 und den dabey erfolgten Deichbrüchen beschreiben. Es war im Winter 1795, als auch die Deiche am Niederrhein und Leck, durch den fürchterlichen Eisgang, von dessen unglücklichen Folgen wir noch näher zu sprechen, Gelegenheit finden werden, ruinirt wurden. Bey Arnheim setzte sich am 13. Febr. ein Eisdamm, welcher den Strom dergestalt anschwoll, daſs er über die Banndeiche der Betouwe stürzte. Sobald aber der andere Eisdamm, der sich bey der Stromscheidung der Yssel vom Rhein gesetzt hatte, los brach, verbesserte sich auch der Zustand in dem untern Bezirke: denn der obere Eisstrom brachte den untern Eisdamm, vor Arnheim, in Beweguug. Indessen verschwand auch jetzt wieder die gute Hofnung zum erwünschten Abgange des

Eises, da sich gegen der Grebbe, in dem engen Bette eine Eisstopfung aufschob, welche den Strom zu solcher Höhe anschwellte, dafs er über den Grebbendeich, zwischen der Grebbe und Wageningen, und über den Betouwschendeich bey Heusden, zugleich überlief (T. 37.) (a), wodurch die innere Dossirung sehr ruinirt und ausgehöhlt wurde. „Gewifs würden diese Deiche durchgebrochen seyn", sagt der Berichtssteller, „wären sie nicht sehr stark gefroren gewesen." Zu Schalkwyck war der Leck bis zu einer nie bekannten Wasserhöhe, zu 81⅓ Zoll über den Klockschlag angeschwollen (das höchste Wasser stand daselbst 1770 zu 72⅔ Zoll) also stand es 1⅓ Zoll über die Krone des Deiches. Ein Glück, dafs der sogenannte Sandpfad (Tab. 52.) noch zwanzig Zoll höher, als der Deich liegt, der also *die einzige Schutzwehr für Holland abgab.* Auch bey Maurik (Tab. 37.) lief das Wasser über den Banndeich zwey Fufs hoch. Diesem Uebersturz war der Deich 24 Stunden ausgesetzt, er zerrifs aber dennoch nicht, weil er tief gefroren war. In der That ein anmerkenswerthes Ereignifs, welches schon so manchen Deiche erhielt. Der Frost, welcher in diesem (1795) Jahr in dem Deichkörper tief eingedrungen war, hat auch mehrere Rheindeiche erhalten, obgleich der Eisstrom und das Wasser einige Schuh hoch über sie hinstürzte; andere sind aber des hohen anhaltenden Uebersturzes wegen zerrissen. Wir sehen hieraus, wie wichtig es auch in dieser Hinsicht ist, den Dossirungen der Deiche eine gute Deicherde zu geben, denn der Sand frieret nicht so fest zusammen, und trennt sich bald.

In der Weltgeschichte ist der kalte Winter von 1795, der grofsen Ereignisse wegen, welche er beschleunigte, mit unvergefslichen Zügen geschrieben. Keine künstlichen Inondationen, weder Einschnitte in den Dämmen, noch Forts, Festungen und verschanzte Linien halfen da den glücklichen und siegreichen Feind zurückhalten. Ihm hatte der Frost Brücken gebauet und Wege geebnet. Die geschlossenen Inondationsschleussen, wie z. B. die in Gorkum, welche den Lingeflufs aufstauet, so wie die Eisstopfungen und die Einschnitte in den Deichen machten den Aufgang des Eises zehnfach gefahrvoll. Diese Coupuren waren nämlich gemacht in den Waaldeichen oberhalb dem Bradaal unter Herwynen (T. 29.) und bey Dalem (T. 30.). In den Maasdeichen: zwey bey Ryswyck (T. 30.) und bey Hedikhuisen einer (T. 39.). und oberhalb Sleuwick in dem Deiche der Meerwe einer. Südlich Werkendam und in dem Uppelschen Seedeiche (30) waren solche Einschnitte, in dem letzten drey hintereinander. Zwischen Heusden und dem Biesbosch befanden sich in den Deichen diejenigen, welche da (T. 39.) angedeutet sind: zwey nämlich bey Capelle: einer in dem Deich bey Douveren. Auch in den Deichen des Lingeflusses waren Einschnitte: oberhalb Asperen, und bey Horn, da wo der Diefdeich am Lingedeich anstöfst, und endlich zwey unter Acquoy (T. 36.).

(a) Rapport weegens een Inspectie etc. — op Last van het committé van allgemeen welzyn onder directie van den Inspecteur-General Brunings door den Landmeter Engelmann pag. 6.

Auch den linkseitigen Leckdeich hatte man, militärischer Operationen wegen, unter Cuulenburg (T. 36.) bey dem sogenannten Spoel, durchgegraben, und einen Canal von der daselbst liegenden Inondations- und Auswässerungsschleuse ab, durch den Reiswaard geführt. Obgleich diese Coupure (Deicheinschnitt) bereits, sehr zweckmäfsig mit einem Damm, dessen Breite 27 Fufs betrug, zugedeichet war, vor ihr hin auch noch eine beträchtliche Anhägerung, genannt das Spoelische-Ryswaard, lag; so verursachte doch der fürchterlich hohe Eisstrom einen Durchbruch. Er stürzte 17 Fufs von dem Deich herab auf die Cuulenburgschen Lande, und verursachte so einen Grundbruch von 25 Fufs Tiefe und 19 Ruthen Breite, (T. 35. F. 1.) Die Ueberschwemmung dehnte sich nun weit aus. Sie flofs durh die durchgebrochenen Coupuren, welche in den Süder- und Norder-Deichen bey Horn und Asperen (T. 29. und 36.) gemacht und auch schon zugedammt worden waren, in den Lingeflufs, welcher sie zum Theil bey Gorkum, andern Theils über die Ueberlasse bey Asperen in den Tielerwaard, von da aber in die Meerwede, durch die Dalemsche Schleuse (Tab. 30.), abführte.

So vielen Schaden dieser S. 261 beschriebene Deichbruch am Spoel auch hervorbrachte, so wandte er doch die Gefahr von den nördlichen Leckdeichen, welche den gröfsten Theil der Provinz Holland decken, ab. Wäre aber unterhalb dem Diefdeiche ein Bruch im Leckdeich entstanden, so würde auch der Landestheil bis zum Zouwendeich überschwemmt worden seyn. Jetzt folgte die Ueberschwemmung gleichsam dem Wege, welchen Lulofs und Bolstra bezeichnet hatten. Ohnweit dieser grofsen Entlassung, wurde das Eis auf die Krone der Schardeiche vor Hagestein und Schoonhoven hinaufgeschoben (T. 35. und 36.). Selbst noch zehn Tage nachher, als der Deichbruch am Spoel vorgefallen war, stand das Wasser bey Schoonhoven, vor dem aufgethürmten Eisdamme 76 Zoll über den Klockenschlag, die Deiche liegen daselbst noch 24 Zoll höher. Der Leck war auch, unterhalb dieser Stadt, noch mit festsitzendem Eise bedeckt.

Wie und auf welche Weise sollte man sich aber gegen die hohen Gewässer vertheidigen, da die Deiche an so vielen Stellen in den Coupuren durchgegraben und die gefrorne Erde, die hohen und unübersehbaren Eisfelder, welche aus den künstlichen Inondationen gebildet waren, jegliche solide Zudämmung der Deicheinschnitte erschwerten, ja — unmöglich machten! Hiezu kam noch der Zuschlufs der Schleusen, die alle befroren waren, welche also nicht geöffnet werden konnten; das Wehr, welches man in den Baartwyckschen Ueberlasse (Tab. 39), um die militärische Inondation um Herzogenbusch zu halten, aufgedämmt hatte; die Zudammung der Oudemaasje und des Flüschen Donge ohnweit Gertruidenberg. — Alles dieses liefs befürchten: dafs Eisströme die geöffneten Deiche vollends bis auf den Grund zerreissen; dafs die Ueberschwemmungen, nicht wie gewöhnlich, abgezapft werden könnten.

Nie war vielleicht ein Zutand jeglichen Uferbewohners, jeglichen Batavers critischter als dieser. Um und neben sich ein Element, welches ihm Verderben drohte,

in seiner Wohnung die der Engländer verlassen hatte — den sieggewohnten Franken, jetzt als Feind gleich darauf als Bundsgenosse. — Durchdrungen von der Gefahr, womit das Vaterland, — die eigne Existenz bedroht ward, bemühten sich die provisorischen Repräsentanten des batavischen Volkes, in Gemeinschaft mit dem committé der allgemeinen Wohlfahrt von Holland, das schreckliche Unglück, womit insbesondere diese Provinz bedroht wurde, zu mindern. Dem Präsidenten Brunings, dem General-Controleur de Bock und dem Ingenieur Obrist Dahlhof wurde aufgetragen, alle Mittel zu bewerkstelligen, um die beschädigten Deiche wiederherstellen — die Coupuren zudämmen zu lassen.

Aber leider nur zu früh für alle die wichtigen und nöthigen Arbeiten, setzte sich der Eisgang schon am 11. Februar auf der Waal in Bewegung, thürmte sich in dem seichten Bette vor Bommel, wo ~~auch wegen der~~ Fluth der Strom an Geschwindigkeit merklich abnimmt, zu einem Eisdamme auf. Schnell lief nun der Strom zu Banndeichshöhe an, seine Neigung schwellte hier 5 Fuſs über die gewöhnliche Neigung des Flusses. An einigen Deichstellen stürzte sich das Wasser darüber. Und wenn gleich die Waal bey Nymegen nur bis zum 15ten (*) mit Eis gieng; so blieb dennoch vor Bommel der Eisdamm unbeweglich stehen, bis sich endlich der Eisstrom am 1sten März durch den Altenwiel in den Biesbosch entlastete. Doch zu spät kam diese Erleichterung, denn die Waal hatte bereits ihre linkseitigen Deiche unter Nymegen so wie das Land tuschen Maas en Waal überströmt, und den Deich bey der Dreumelschen Schleuse (Tab. 28.) zerrissen. Jetzt wurde also auch die Gegend überschwemmt.

§. 259. Wenn Holland vorzüglich seiner Lage und seinen Gewässern den Reichthum und den Wohlstand, den der Reisende in jedem Dorfe, in jeder Stadt erblickt, verdankt; so führen doch eben dieselben Gewässer wieder den gröſsten Nachtheil, ja Verderben mit sich. Nie waren indessen die Wirkungen der Eisströme und der hohen Flüsse allgemein so verderben bringend als in dem Jahre 1799. Eisberge thürmten sich auf einander, die sich dann mit alles zermalmender Kraft über die Deiche stürzten, und so droheten zahlreiche meilenlange Wasserfälle, über die Deiche rauschend, des Deichanwohners Untergang. Man sah weder die sonst lachenden Dörfer noch die grasreichen Gefilde; sondern nur Kirchen und die Dächer der Gebäude aus den Eis- und Wasserfeldern hervorstehen. Hier trieben zertrümmerte Häuser, dort zersplitterte Schiffe, mit den Wurzeln aufgehobene Bäume; die unglücklichen Einwohner, mit den Eisschollen und der Wooge kämpfend, sanken vor den Augen ihrer Freunde, ihrer Mitbürger, unter dem verheerenden Elemente. Das Geschrey der Kinder und Weiber um ihre eigene Existenz, des Viehes Gebrüll, machte diese Scene schrecklicher. Die Nächte waren aber noch weit gräſslicher als die Tage, das über die Deiche strömende Wasser brauſste in den Ohren jedes Deichanwohners fürchterlich: denn seine Existenz hieng nur von der Haltbarkeit des Deiches ab, da er sich nicht mehr retten konnte.

(*) Die Waal stand beym eisfreyen Strom, bey Nymegen 20 Fuſs, bey Tiel 21 Fuſs, an den dortigen Regeln.

Die Deiche waren mit Eise bedeckt und das überfallende Wasser setzte, der grimmigen Kälte wegen, auf ihre Krone Eisdecken fest, die das Fortkommen unmöglich machten. Und wohin sollte man sich auch retten, da die Flüsse jeden Ausweg nach den Höhen versagten? (S. 14. des holl. Courant.).

Auch hier zeigte sich die Menschenliebe der Holländer in einem hohen Maafse, viele wagten ihr Leben, um durch die Eisströme den unglücklichen, die sich auf die Dächer gerettet hatten, zu Hülfe zu eilen. O! es ist eine herzerhebende Ueberzeugung, dafs der Mensch, dessen Gefühl nur zu oft abgestumpft ist, doch wieder zu edlen Handlungen sich hinneigt, sein Leben wagt, wenn er den Mitbürger in Gefahr sieht. Da es hier aber der Ort nicht ist, um einzelne Züge, deren in Holland zu Tausenden bekannt geworden sind, zu schildern, so sehe ich mich genöthigt, nur bey dem stehen zu bleiben, was uns hier in hydrotechnischer Hinsicht interessirt. Als alle die holländischen Flüsse mit Eise bedeckt waren, so wurden Sachverständige abgeschickt, um den Zustand der Deiche zu untersuchen; zu verfügen, damit die zu den Aufkistungen nöthigen Geräthschaften herbeygeschafft würden. Leider fanden sie aber an vielen Orten die Nachläfsigkeit der Deichgemeinschaften sehr grofs, ja, unter den Deichen selbst waren einige in verwahrlofstem Zustande. So fanden sie z. B. vor dem Fufs des Varicker Schaardeiches, an der Waal unter Tiel (Tab. 28.) eine Tiefe von 13 Fufs bey niedrigem Wasser. Sie trafen, so gut es sich in der Eile thun liefs, zweckdienliche Vorkehrungen. Die befste bestand *in der Erhöhung der Alten-Rheinmündung bey Lobyt*, *xy Tab.* 22., die sie bis auf 16½ Fufs Emmricher Pegel brachten, wo die Buschberme drey Schuh niedriger liegt. Dieser Eisgang hat nun wieder aufs neue allen Flufsanwohnern die für sie schreckliche Wahrheit bestätigt: *dafs die Serpentinen, Flufs- und Deichengen — solche Eisstopfungen hervorbringen, welche den Eisstrom zur fürchterlichen Höhe und sehr abwechselnd anschwellen.* So stand z. B. am 26sten Januar 1799 der Rhein bey Cöln 17 bis 18 Fufs höher über seinem niedrigsten Stande als bey Emmrich; am 18ten Februar stand er bey Ruhrort 25 Fufs, 5 Zoll, bey Uerdingen 32 und bey Emmrich 15 Fufs 10 Zoll über dem niedrigsten Wasserstand, Also wieder ein Beweis davon, dafs solche Eisstopfungen und Anschwellungen der Ströme mittelst Durchstichen zu verhindern sind.

Der Kürze wegen will ich die gesammten im Februar 1799 erfolgten Deichbrüche tabellarisch darstellen.

Namen der Deiche, worin die Deichbrüche erfolgten.	Nummer auf der Karte in Tab. 52 (*)	Tage, wenn die Durchbrüche vorfielen. Febr.	Welche Gegenden dabey überschwemmt wurden.	Bemerkungen.
In dem südlichen Waaldeich bey dem Dorfe Weurth.	2.	3.	Das Land zwischen Maas und Waal.	A (Tab. 52.) ist eine Hülföffnung im Deich bey Dreumel um vermittelst derselben und der dreumelschen Schleuse diese Inondation zu erniedrigen, die aber dennoch 4 bis 5 Schuh höher als i. J. 1784 anlief.
In den lymerschen Deich.	3. 4. 5.	5.	Das Amt Lymers und die Ysselgegenden.	Bey Gelderscheort wurde die Inondations schleuse auch ruinirt.
In dem betouwschen Deich.	6.	6.	Die ober und Niederbetouwe.	Diesen Einbruch (N. 6.) suchte man glücklicher Weise zu umdämmen. Indessen stromte doch das Wasser 3 F. hoch über die Deiche und die Betouwe ward so hoch überschwemmt, daſs das Wasser über den Griftdeich, über den Alsdeich lief und bis zum Diefdeich (unter dessen Krone stand es 2 Fuſs) alles inondirte. Diese Ueberschwemmung suchte man vermittelst den Ueberlassen C bey Asperen und Gellicum an der Linge und den Dalemschen Schleusen D nach der Meerwede zn entlasten.
Am Pannerdenschen-Canaldeich und in den zwey Durchbrüchen in den pannerdenschen Waaldeich.	7. 8.	— —	Die Ueberströmung vereinigte sich mit jener durch den Altenrhein und den Deichbrüchen 3. 4. 5. kommend und brachte die Inondation längs der Yssel noch höher landwärts.	
In dem südlichen Maasdeich bey Gassel oberhalb und unterhalb Grave.	9. 10.	20. 23.	Diese Inondation erstreckte sich bis zum BaartWykschen Ueberlaſs. Sie zeriſs auch den hohen Maasdeich bey No. 20. und inondirte so das Land van Altena.	(*) Die Nummern der Deichbrüche beziehen sich auf die in Tab. 52. mitgetheilten Karte. Darin sind die Deiche mit doppelten Linien, die Ueberschwemmungen, je nachdem sie hoch oder niedrig waren. mit dunkler oder heller Schattirung, die parallel mit den Zahlen, welche bey denen Deichbrüchen, wodurch sie einströmten, stehen, läuft, angedeutet.
Ein alter im Jahre 1795 vorgefallener und offen gebliebener Durchbruch bey dem Dorfe Linth.	11.	—		
Zwey Durchbrüche in dem südlichen Waaldeiche bey dem Dorfe Millingen. Im Düffelschen Deich.	12. 14.	7. 15.	Alle die Gegenden zwischen Cleve und Nymegen.	In dem millinger Deiche war eine Versinkung gekommen.

Aus dieser und der folgenden Tabelle sind die Abzapfungen oder die Auslassung der Ueberschwemmungen zu ersehen; und in dieser Hinsicht ist sie ein wichtiger Beytrag zur Kenntniſs des holländischen Wasserstaats.

Nahmen der Deiche worin die Durchbrüche erfolgten.	Nummer auf der Karte in Tab. 52.	Tage, wenn die Durchbrüche vorfielen. Febr.	Welche Gegenden dabey überschwemmt wurden.	Bemerkungen.
Im Ysseldeich bey Twello. Im Ysseldeich -- Dewenter. Im Canonsdeich.	13. 15. 16.	9. 15. 18.	Alle die hinter den Deichen liegenden niedrigen Lande.	Die Buchstaben F G G G und H H H zeigen die in den Deichen gemachten Hülföffnungen, um die Inondationen zu entlasten oder abzuzapfen. — In der Waal stand das Wasser 22 bis 26 Fuſs am Nymeger Pegel. — Die Yssel war zwey Fuſs höher als 1784, also wenigstens 20 Fuſs am Doesburger Pegel. — Die Maas hatte bey Grave ihre gröſste bekannte Höhe nämlich 20 Fnſs 5 Zoll am dortigen Pegel erreicht. — Der Rhein stand zu Wageningen 19 Fuſs 7 Zoll, das ist 1 Fuſs 1 Zoll unter der Krone des Grebbendeiches — Die Leck stand zu Vreeswyck und an der Klapheck 65 Zoll; bey Jaarsveld 63 Zoll; zu Schoonhoven 70 Zoll über den Klockschlag. — Bey Amerongen liegt der Deich 70 Zoll über diesen Klockschlag; bey Schalkwyck 80 Z.; bey Honswyk 82 Z.; bey Vreeswyck 86 Z.; längs dem Loopicker Waard 120Z., von Schoonhoven bis an das Hoenksche Schoor 136 Z.; von hier bis Bakkerswaal 112 Z und dann bis Crimpen 88 Z. An einigen Stellen ist der Sandpfad noch 24 Z. höher. Das Sturzbett im Baartwyckschen Ueberlaſs war mit Eise besetzt und anstatt, daſs darüber das Wasser 4 Fuſs überlaufen sellte, war dessen Höhe nur 15 Zoll.
In dem Brakelschen Drwarsdyk oberhalb Loewenstein.	17.	19.	Der untere Theil des Bommeler Waards bis zum Meydeich.	
Im nördlichen Waaldeich bey Bommel.	18.	—	Die Betouwe.	Dieser Durchbruch ist 40 Ruthen weit. Uebrigens liefen die Waal- und Rheindeiche stark über.
Bey Vuuren.	19.	22.	Der Tielerwaard.	
Im hohen Maasdeich zwischen Bosch und Heusden.	20.	22.	Die Lande von Heusden und Altena.	Hier fielen 1795 zwey Durchbrüche vor, die umdeicht waren. Dieser Durchbruch Nro 20 schlürfte den Eisstrom der Maas ein und setzte so das Land Altena hoch unter Wasser.
In dem Maydeich im untern Theil des Bommeler Waards.	21.	23.	Der Bommeler Waard durch Stauwasser.	
Im Waaldeich unter Zuylichem.	22.	—	Hierdurch strömte in diesen Waard das Wasser hinein.	
Im nördlichen Maasdeich bey Nederasselt.	23.	21.	Das Land zwischen Maas und Waal.	

Aus dieser Uebersicht ersehen wir nun 1tens: daſs die längs der Yssel vorgefallene Ueberschwemmung nicht von dem durch dieses Flusses Mündung flieſsenden Wasser, sondern lediglich und allein von den Deichbrüchen, die längs dem Alten-Rhein entstanden waren, herrührte; 2tens daſs die Deiche an der Waal sowohl als am Niederrhein überliefen. Jene bey drey Schuh hoch.

Die erste Erfahrung scheint also für eine bleibende Erhöhung der Alten-Rheinmündung x y Tab. 22. zu sprechen, und sie dürfte, anstatt sie jetzt auf 13 Fuſs Emmricher Pegel liegt, wenigstens auf 18 Fuſs, vermittelst einer Reisberme, die allenfalls mit Steinen gedeckt werden könnte, zu bringen seyn. Auf diese Weise wird das Wasser, beym ersten Anschwellen, beysammen bleiben, und auf das Eis in den Mündungen der Waal und des Pannerdenschen Canals; dann auf das des Niederrheins und der Yssel wirken, wo es fast immer lange festsitzt; und so die Ströme allmählig öffnen. Gibt man aber dem Wasser oberhalb Auswege, und erleichtert es dem Strome, sich seitwärts Wege zu suchen, so bleibt das Eis in den untern Flüssen länger sitzen, und da entstehen dann Eisdämme über Eisdämme. Die zweyte Erfahrung — *das Ueberlaufen der Deiche, mit den Eisstopfungen zusammen gehalten* — dieſs und die häufigen und schrecklichen Ueberschwemmungen scheinen allgemeine und individuelle Correctionen bey den holländischen Flüssen nöthig zu machen.

Wenn aber auch wirklich dieselben oder andere Vorschläge eine hydrotechnische correction der holländischen Flüsse bewirken könnten, so wird es doch noch immer der vielen Deich- und Flufsengen, die um der Städte und Dörfer willen, nicht erweitert werden können, nöthig seyn: *die Hauptdeiche längs den Flüssen wenigstens Einen Schuh über dem höchsten Wasserstand zu erhöhen.* Woher sind, wird man fragen, die Kosten zu solcher ausgedehnten Arbeit zu nehmen? Ich antworte: dafs diese Ausgaben nicht in Vergleich gegen den Schaden einer einzigen Inondation kommen können (die 1795 vorgefallene hat sich über eine Landstrecke von sechzig Quadratmeilen ausgedehnt), und wie man es nicht nöthig haben wird: die Deiche nach ihrer ganzen Kronenbreite zu erhöhen. Es ist nämlich bekannt: dafs gut gemachte Deiche, die auch auf einem festen Mayfelde liegen, also keinen Versinkungen unterworfen sind, nie anders als vom Eise oder vom überfallenden Wasser, nie aber vom Andrange des Wassers zerstört werden. Es würde also bey einer solchen allgemeinen Erhöhung nöthig seyn: die gefährlich liegenden, und dem Eisstrom ausgesetzten Schaartdeiche, mit zweckmäfsigen Faschinenwerken zu decken, und sie ihrer ganzen obern Breite nach, wenigstens Einen Schuh über die übrigen Stellen, zu erhöhen. 2) Wären die auf einem nicht ganz festen Mayfelde liegenden durch Buschbetten zu verbessern. 3) Wären diejenigen Deichstrecken, welche nicht unmittelbar des Eisstromes Angriff ausgesetzt sind, mit einem Kadeiche, dessen obere Breite etwa $2\frac{1}{2}$ Fufs haben könnte, zu versehen. Der Sandpfad auf dem Leckdeiche und auch auf dem Deiche oberhalb Wyck by Duurstede (Tab. 52.) gibt den unumstöfslichsten Beweis a posteriori: dafs ein solcher Kadeich, wenn er von guter Erde aufgebauet ist, einen hinlänglichen Widerstand leistet.

Wenn man die auf den Seiten 130, 140, 363 und 364 aufgezeichneten Beobachtungen durchgeht, und die Erhöhung der Deiche auf $1\frac{1}{2}$ Schuh über den höchsten Wasserstand annimmt, so würden die Deiche bey Emmerich auf 23 Schuh 4 Zoll, bey Pannerden auf 24 Schuh, bey Nymegen auf 27 Schuh 6 Zoll, bey Arnheim auf 23 Schuh 9 Zoll, bey Gorkum auf 15 Schuh, bey Vianen auf 17 Schuh 3 Zoll, bey Duisburg an der Yssel auf 19 Schuh 9 Zoll und bey Grave an der Maas auf 21 Schuh 9 Zoll, an dem dortigen Pegel gelegt werden müssen. Da nun der Waaldeich bey Nymegen auf $22\frac{1}{2}$ bis 23 Schuh Pegel liegt, so beträgt dessen Erhöhung nur 4 Schuh 6 Zoll bis 5 Schuh. Diejenigen Deiche, welche längs den concaven Ufern liegen, oder dem Anfall der Eismassen directe ausgesetzt sind, sollten zwey Schuh höher als die höchsten Wasserstände gelegt werden.

Eine solche Erhöhung derer Deiche, welche ihrer Lage nach der Gefahr ausgesetzt sind, bey hohen Eisströmen zerrissen zu werden, so wie eine allgemeine Correction der holländischen Flüsse, diefs wird freylich grofse Summen erfordern. Was sind aber diese gegen den Schaden, den eine solche Ueberschwemmung als die im Jahr 1799 verursacht hat?

Dieser für Holland wichtige Gegenstand scheint vorzüglich gegenwärtig einer Entscheidung nahe zu seyn.

§. 260. Der erste, zur Verbesserung der holländischen Flüsse abzweckende Flufsbau mufs nothwendig eine zweckmäfsige Vertheilung des Stromes oberhalb der Sternschanze (Tab. 23.) bewirken. Dadurch mufs nämlich weder der Waal noch dem Niederrhein eine zu grofse Wasser- und Eismasse zugeführt werden; sie mufs eine Eisstopfung oberhalb dem Theilungspuncte verhindern, folglich die daselbst liegende Sandbank entfernen. Diese Zwecke werden dadurch erreicht, wenn man das Separationswerk A B auf 70 Ruthen dergestalt verlängert, dafs es auf der rechten Seite für die Mündung des Pannerdenschen Canals eine Weite von 576 Fufs und auf der linken Seite für die Mündung der Waal eine Weite von 1200 Fufs zwischen der von Brunings entworfenen perpendiculären Kribbe IV. und ihrer Spitze läfst. Diese Verlängerungen des Seperationswerkes würde ich auf 8 Schuh über den niedrigsten Wasserstand legen, damit sich die von einem höhern Strome geführten Eismassen auf das Separationswerk selbst, dessen Krone mit einem scharfen, aus Unkel-, Basalt-, oder andern Steinen und Fachwerken zu verfertigenden Rücken gebildet werden müfste, brechen können. Auf diese Weise werden sowohl in dem Pannerdenschen-Canal als in der Waal die bereits gebrochenen Eisschollen eintreten. 2) Da eine jede Stromtheilung die Oberfläche des Stromes aufschwellt, mithin dessen Geschwindigkeit verzögert §. 72. folglich das Material sich oberhalb derselben niederlegt, welches nach den §. §. 70. und 156. aufgestellten Grundsätzen nicht geduldet werden darf, so werden hier Bauwerke nothwendig, welche die Ufer, sowohl des getheilten als ungetheilten Stromes, bilden müssen. Ich würde daher zur Verbesserung der Stromscheidung die von Brunings vorgeschlagenen, und auf Tab. 22. und 23. roth illuminirten Werke ausführen lassen. Eines, nämlich das Werk XIX., würde ich am untern Ende, bey dem sogenannten Schaafstall, mit dem rechtseitigen Ufer verbinden, um die Verlandung zwischen demselben und dem Ufer zu bewirken. 3) Da das an dem rechten Ufer der Waal angelegte perpendiculäre Werk A. B. Tab. 23. den Strom aufstauet, mithin die Erzeugung eines Eisdammes in der Waal-Mündung erleichtert; so würde ich dasselbe um die Hälfte einkürzen, und oberhalb von der Uferecke an bis an diesen Rest der perpendiculären Kribbe das Bauwerk 1. 2. anlegen.

§. 261. Ohne Zweifel würde die befste Vertheilung der Strommasse, in die Waal und den Niederrhein, diejenige seyn, bey welcher ihre Neigung von dem Separationspuncte an, bis auf die gröfstmöglichste Entfernnng gleich wäre; denn die Oberfläche eines Stromes mufs sich erheben, wenn die Wassermenge zunimmt, die Geschwindigkeit aber nicht in dem Verhältnifs dieser Wassermenge wächst. Diese gleichförmige Neigung würde also beweisen: dafs der Strom des einen mit dem des andern von den Flufsästen im richtigen Verhältnisse, zu dem Abhange der Flufsbetten und der Profilweiten stünde. Man wird ferner einsehen, dafs die Erhöhung der Oberfläche des Stro-

mes nicht in irgend einem Flufsbezirke allein statt finden könne, ohne die Neigung des Stromes auch aufwärts zu verringern, wenn nämlich die Anschwellung in dem untern Flufsbezirke zuerst erfolgt; tritt diese aber stromaufwärts eher, als stromabwärts ein, so mufs sowohl die Neigung als Geschwindigkeit, je nach der Zunahme der Wassermenge, wachsen. Es ist daher für die Correction dieser beyden Flüsse (Waal und Nieder-Rhein) äufserst wichtig: das Verhältnifs von dem Stande der Oberfläche gegeneinander zu kennen. Ich werde daher diese Sache hier näher analysiren. 1) Nach den von Brunings 1785 angestellten Messungen verhielt sich in der obern-Waal oder dem Bylandschen-Canal die Neigung zur Länge wie 1 : 3789, in der neuen Mündung des Pannerdenschen Canals wie 1 : 4032, in der alten Mündung dieses Canals (Tab. 24.) wie 1 : 3163 und in der neuen Yssel-Mündung (Tab. 15.) wie 1 : 6814.

2) Das merkwürdigste Nivellement der zwo Flufsäste, nämlich von der Nieder-Waal und dem Nieder-Rhein ist im Jahre 1797 von dem Ingenieur-Oberst Craynhoff, mit einem vorzüglichen Niveau, angestellt worden. Es erstreckt sich längs der Waal von Millingen bis Tiel (Tab. 27. und 28.) und längs dem Rhein von Millingen bis Arnheim, ferner von Nymegen über den Grift-Deich bis Arnheim, und endlich von dieser Stadt nach Lexens-Fähre (Tab. 38). Zu diesem auf Kosten von Holland angestellten Nivellement wurde der Vergleichungs- oder Anfangspunct genau bestimmt. Dazu wählte man den Ankerknopf des vordern Giebels vom Johann Brands Hause an dem Millingenschen Schartdeiche, 465 Ruthen oberhalb des Theilungspunctes der Waal vom Pannerdenschen-Canal (Tab. 26). Vor diesem Hause wurde den 12. März 1797 des Abends um 7 Uhr ein kleiner Pfahl in den Flufs (in die Ober-Waal) geschlagen, so dafs dessen obere Platte in der Oberfläche des Stromes und genau 16 Rheinländische Schuh (*) unter dem besagten Ankerknopfe stand. Da man aber die wahre Neigung des Stromes nicht anders, als bey dessen Beharrungsstande erfahren kann; während derselbe aber eintritt, das Nivellement nicht allemal zu bewerkstelligen ist, so müssen Zeichen längs dem Flusse gesetzt werden, welche die Wasserhöhen während eines eingetretenen Beharrungsstandes bemerkbar machen. Nach diesen Puncten kann also jedes Nivellement auf den Beharrungsstand reducirt werden. In diesem Betracht wurde den geschickten Landmessern W. Beyerink und Conrad, unterm 14. Jänner 1793, der Auftrag ertheilt: einen Plan einzureichen, wonach die neuen Pegel an dem Rhein, der Waal, so wie an der Gelderschen-Yssel gesetzt werden könnten. (**) Sie setzten während des Beharrungsstandes am 22., 23. und 24ten May des nämlichen Jahres mehrere Merkzeichen. Folgende Pegel sollten, ihrer Meinung nach, errichtet werden. Einer am Oberspyck (Tab 13). Dieser sollte dem Emmricher gleich, und

(*) Sowohl in diesem Kapitel, als in dem vorhergehenden, so wie überhaupt in der Darstellung des holländischen Flufsbaues verstehe ich immer Rheinländisches Maafs, welches sich zu dem Pariser wie 139 : 144 sich verhält. Zwölf rheinländische Schuh machen eine *Ruthe*.

(**) Verzaamelingen etc. II. Deel p. 319.

also bey dem am 22. May eingetretenen Beharrungsstande 8 Fuſs 1 Zoll zeigen. Zweyhundert fünſzig Ruthen oberhalb dem Separationspuncte der Flüsse Waal und Rhein sollte wieder einer mit dem Emmricher und dem am Spyck (am 22. May) gleich zeigen. Ein Pegel sollte auf der Waal an dem Gentschen Kommerdyk (Tab. 27.) 2500 Ruthen unter dem Separationspuncte kommen. Auf dem Niederrhein einer, welcher mit dem vorigen fast in gleicher Entfernung von dem Separationspuncte, 2425 Ruthen bey Geldersee Oort stehen sollte. Der Pegel zu Nymegen steht 4450 Ruthen und der bey Arnheim 4270 Ruthen von dem Separationspuncte. Jener zeigte, am 22. May 1793, neun Fuſs 6 Zoll, dieser 7 Fuſs 2 Zoll. Nach diesen beyden Pegeln sollten noch andere auf der Waal: bey Doodeward an dem Snor, bey Tiel und Bommel; auf dem Niederrhein und Leck: an dem Eck, an der Wielschen Fähre und bey Cuulenburg regulirt werden. Endlich sollten auf der Geldernschen Yssel bey dem Dorfe Lathum und Doesburg Pegel gesetzt werden, welche bey der Wasserhöhe am 22. May 4 Fuſs 7 Zoll zeigten. An jeglichem Pegel sollte denn, an jedem Tage des Morgens um 8 Uhr, die Wasserhöhe wahrgenommen werden. Wir wünschen die Ausführung dieses Vorschlags.

Als jene Wasserhöhen bezeichnet waren, muſste des Krieges wegen, das Nivellement bis 1797 im May unterbleiben. In diesem Monate wurde es von dem Ingenieur-Obersten Krayenhoff vorgenommen. Die Zeichnung auf Tab. 27. wird die Lage der Oberfläche beyder Ströme bildlich darstellen, und so komme ich auf dieses wichtige Nivellement selbst. Dasselbe ward zuerst längs dem Rheine nach Arnheim begonnen, welches Geschäft den 14. May des Abends um 8 Uhr vollendet war, da das Wasser an dem Arnheimer Pegel 8 Fuſs 1 Zoll 6 Linien zeigte; und von dem Ankerknopfe am Vordergiebel von Johann Brands Hause bis zu diesem Puncte, wo der Pegel 8 Fuſs 1 Zoll 6 Linien zeigt, war ein Gefäll von 23 Fuſs 6 Zoll 5¾ Linie. Nacher geschah die Messung längs der Waal nach Nymegen, die den 16. May des Abends um 6 Uhr vollendet war. Der Wasserstand war 9 Fuſs 8 Zoll und bis dahin war von dem Ankerknopfe ein Gefäll von 23 Fuſs 1 Zoll 6 Linien. Ein gleiches Gefäll von dem Ankerknopfe nach Arnheim genommen, trift folglich an dem dortigen Pegel einen Punct, dessen Höhe über dem Nullpuncte $= 8' \, 1'' \, 6''' + 23' \, 6'' \, 3\frac{3}{4}''' - 23' \, 1'' \, 6''' = 8' \, 6'' \, 5\frac{3}{4}'''$ ist. Dieser Punct, wo 8 Fuſs 6 Zoll 5¾ Linie steht, ist folglich mit 9 Fuſs 8 Zoll am Nymeger Pegel in einem Niveau; oder wenn die Null-Puncte beyder Pegel dieſs seyn sollten, so müſste dieser Punct am Nymeger Pegel um $9' \, 8'' - 8' \, 6'' \, 5\frac{3}{4}''' = 1' \, 1'' \, 6\frac{1}{4}'''$ erhöht werden. Bis jetzt zeichnete demnach der Pegel zu Nymegen um 1 Fuſs 1 Zoll 6¼ Linien zu hoch.

Ein zweytes Nivellement von Nymegen über den Grift-Deich nach Arnheim wurde den 19. May des Morgens um 6 Uhr bey Nymegen angefangen. Das Wasser stand 8′ 7″ 9″ am Pegel. Von dieser Nymeger Wasserhöhe bis zu 5′ 9″ 3‴ am Arnheimer Pegel (welches nämlich die Wasserhöhe zu Arnheim den 19. May des

Abends um 6 Uhr war, da das Geschäft geendigt wurde) ein Gefäll von 1 Fuſs 9 Zoll gefunden. Dieses Gefäll von der anfänglichen Wasserhöhe zu Nymegen, oder von 8′ 7″ 9‴, abgezogen, gibt den Punct 6′ 10″ 9‴ am Nymeger Pegel, der mit 5 Fuſs 9 Zoll 3 Linien am Arnheimer Pegel in einem Niveau ist. Dieser Messung nach zeichnet also der Nymeger Pegel 1 Fuſs 1 Zoll 6 Linien zu hoch. Der Unterschied, welcher aus beyden Messungen in den Resultaten sich ergibt, beträgt folglich bloſs $\frac{3}{4}$ Linien oder $\frac{1}{16}$ Zoll. Zu Arnheim stand das Wasser den 19. May des Morgens um 6 Uhr genau auf 6 Fuſs; folglich war das Wasser in der Waal damals höher, als in dem Niederrheine, um 8′ 7″ 9‴ — 6′ 0″ 0‴ — 1′ 1″ 6‴ = 1 Fuſs 6 Zoll 3 Linien.

Bisher betraf das Nivellement nur die beyden Pegel zu Nymegen und Arnheim, um ein Niveau von dem einen zu dem andern überzutragen. Zugleich wurde aber auch die Neigung der Oberfläche der beyden Flüsse (der Waal und des Nieder-Rheines) gesucht, welche bey einem Beharrungsstande, der vom 20. bis zum 24. May 1793 (also 4 Jahre früher) statt gehabt hatte, und die durch mehrere den 22., 25. u. 24. desselben Monats, an den beyden Flüssen gesetzten, Merkmahlen (hol. Peilmerken) bezeichnet war. Das Wasser stand nämlich damals zu Cöln 9′ 0″; zu Emmrich 8′ $1\frac{1}{2}$″; an der Spykschen Fähre 7′ 6″; bey Hulhuisen 9′ 3″; zu Nymegen 9′ 6″; zu Thiel 9′ $6\frac{1}{2}$″; zu Gorkum 2′ 2″; zu Pannerden 9′ 0″; zu Arnheim 7′ 3″; bey der Grebbeschleuse 8′ 11″; zu Cuulenberg 10′ 8″; zu Vianen 7′ $2\frac{1}{2}$″; zu Doesburg 4′ 8″; zu Zutphen 4′ 8″. Die Oberfläche des Flusses bey Johann Brands Hause am Millingschen Schart-Deiche war damals 17′ 2″ unter dem Anker in dem Vordergiebel des Hauses, als dem Vergleichungspuncte. Ich will die Resultate davon tabellarisch darstellen.

Nivellement längs dem Nieder-Rhein.

(Tab. 28.)

Puncte, bis zu welchen gemessen wurde.	Entfernung von dem Vergleichungspuncte.	Neigung der Oberfläche vom Vergleichungspuncte.			Setzt mau die Neigung = 1, so ist die Läuge	Entfernung vom nächst vorstehenden Puncte	Neigung der Oberfläche.			Setzt man die Neigung = 1, so ist die Länge.
	Ruthen.	Fuſs	Zoll.	Lin.		Ruthen.	F.	Zoll.	Lin.	
Bis Joh. Ottens Hause am Pannerdenschen-Canale	1215	1	10	$7\frac{1}{2}$	7733	1215	1	10	$7\frac{1}{2}$	7733
Bis zu dem Forte Gelderscheort, am Nieder-Rhein	2890	5	4	$8\frac{3}{4}$	6429	1675	3	6	$1\frac{1}{4}$	5729
Bis zum Arnheimer-Pegel	4735	7	2	$11\frac{1}{2}$	7841	1845	1	10	$2\frac{3}{4}$	11952
Bis zu Lexens Fähre .	9110	11	—	1	9932	4375	3	9	$1\frac{1}{2}$	13961

Nivellement längs der Waal.

(Tab. 18.)

Puncte, bis zu welchen gemessen wurde.	Entfernung von dem Vergleichungspuncte.	Neigung der Oberfläche vom Vergleichungspuncte.			Setzt man die Neigung = 1, so ist die Entfernung.	Entfernung vom nächst vorstehenden Puncte	Neigung der Oberfläche.			Setzt man die Neigung = 1, so ist die Länge.
	Ruthen.	Fufs.	Zoll.	Lin.		Ruthen.	F.	Zoll.	Lin.	
Bis Johann Jurissens Hause	1165	1	2	5½	11603	1165	1	2	5½	11603
Bis zum Gentschen commerdeiche	2965	4	—	—	8895	1800	2	9	6½	7728
Bis zum Nymeger Pegel	4915	6	1	6	9629	1950	2	1	6	11012
Bis zu Snors Hause . .	9665	12	6	7	9242	4750	6	5	1	8874
Bis zu J. van den Berghs Hause zu Ochten . .	11265	14	11	1	9057	1600	2	4	6	8084
Bis zum Thieler Pegel .	13390	19	—	8½	8455	2125	4	1	7½	6160

In einer Entfernung von 9500 Ruthen oberhalb des Vergleichungspunctes stand demnach die Oberfläche beyder Flüsse in einem Niveau. Folglich war ihre Neigung bis zu eben diesem Puncte gleich grofs, Den 24. May 1797 wurde von der Kirche zu Dodewaard an der Waal, 400 Ruthen oberhalb Snors Hause (Tab. 28.), also 9265 Ruthen unterhalb des Vergleichungspunctes, nach dem Niederrheine, bis zu Lexens Fähre, 9110 Ruthen unterhalb gedachten Punctes, nivellirt, wobey sich ergab, dafs der Niederrhein hierselbst 1 Fufs 4 Zoll 3½ Linie höher als die Waal zu Dodewaard stand. Der Wasserstand zu Arnheim war an dem Tage 4 Fufs 6 Zoll.

Auf der Station von Nymegen bis zn Snors Hause verhielt sich die Neigung des Stromes zur Länge, wie 1 : 8874, diefs beträgt 6″ 6‴ auf 400 Ruthen; folglich war im May 1793 das Gefäll vom Theilungspuncte bis zur Kirche zu Dodewaard 12′ 6″ 7‴ — 6″ 6‴ = 6 Fufs 0 Zoll 1 Linie. Die Neigung des Rheines bis zur Lexens Fähre war aber 11 Fufs 0 Zoll 1 Linie, und der Rhein stand also damals Einen Fufs höher als die Waal. Das Gefäll von der Oberfläche des Rheines von Lexens Fähre bis zur Oberfläche der Waal zu Dodewaard war 1797 demnach 1′ 4″ 3½ — 1′ = 4 Zoll 3½ Linie gröfser als im May 1793. War nun die Oberfläche des Wassers den 24. May 1797 unter das im May 1793 gesetzte Merkmahl auf der Waal = a, und am Rheine = b gesunken, so müfste b + 4″ 3½‴ — a = o seyn. Dieses a und b ist nicht bekannt. Für Nymegen war am 19. May 1797 das a = 9′ 6″ — 8′ 7″ 9‴ = 10 Zoll 3 Linien; und für Arnheim war gleichfalls am 19. May das b = 7′ 3″ — 6′ = 1 Fufs 3 Zoll. Nähme man an, dafs diese Werthe für a und b auch wirklich den 24. May 1797 zu Dodeward und Lexens Fähre statt gehabt hätten; so wäre der Unterschied

$b + 4'' \, 3\frac{1}{2}''' - a = 9$ zoll $\frac{1}{2}$ Linie, auf eine Länge von mehr als 10 deutschen Meilen gewiſs sehr geringe, der, durch einen Kreisbogen ausgedrückt, ungefähr $\frac{1}{2}$ secunde betragen würde, da das Gefäll des Rheines 21 secunden und der Waal $24\frac{1}{2}$ secunden ist.

§. 262. Wir sehen daher, daſs die Stromsectionen bey dem Separationswerke der beyden Fluſsäste Waal und Rhein sehr zweckmäſsig regulirt sind, weil ihre Oberflächen eine ziemlich gleiche Neigung haben. Daher entstanden auch nach der geraden Leitung der obern-Waal, vermittelst des Byland'schen Durchstiches und der Correction des Pannerdenschen Canals, so wie der neuen Yssel, keine Ueberschwemmungen, bey einem *eisfreyen Strome*. Bey einer Wasserhöhe von 9 Fuſs am Arnheimer Pegel war im Jahre 1792 die mittlere Geschwindigkeit des ungetheilten Flusses oder der Ober-Waal $4\frac{15}{100}$; in der Waal $3\frac{85}{100}$; im Pannerdenschen Canal $4\frac{60}{100}$ Schuh. (Siehe S. 67) und die Wassermenge dieses Canals verhielt sich zur Wassermenge der Nieder-Waal beyläufig wie 31 : 68.

§. 263. Da nun die Deiche am Rheine bey Arnheim auf 20 Fuſs Arnheimer Pegel und die Deiche an der Waal bey Nymegen auf 23 Fuſs Nymeger Pegel liegen, letzterer Fluſsast aber nach dem im vorigen §. mitgetheilten Nivellement $23' - (1' \, 1'' \, 6\frac{3}{4} + 20') = 1' \, 10'' \, 5\frac{1}{4}'''$ höher als der Rhein bey Arnheim steht; um so viel könnte auch auf jeden Fall die Waal bey Nymegen höher als der Rhein bey Arnheim stehen, ohne daſs die Waal-Deiche zuviel belastet würden. Dieses alles beweist also, daſs das Verhältniſs der Profilweiten von der Waal und dem Pannerdenschen Canal gegenwärtig zweckmäſsig ist, mithin die von mir vorgeschlagene Breite, welche der jetzigen gleich kömmt, den Absichten der Fluſscorrection entspricht.

Ganz anders verhielten sich aber diese beyden Stromäste (nämlich die Waal und der Rhein (im Jahre 1698, als des letztern Mündung beynahe ganz versandet war. Man fand damals, daſs die Oberfläche der Waal bey Nymegen 5 Fuſs 8 Zoll höher als die des Rheins bey Arnheim war. Im Jahre 1751 fand Lulofs die Oberfläche der Waal bey Nymegen 2 Fuſs $10\frac{2}{3}$ Zoll höher als die Oberfläche des Rheins bey Arnheim. Damit aber die Leser eine nähere Kenntniſs von diesem wichtigen Gegenstande haben, so will ich folgende drey aus den zu Nymegen herausgekommenen Anzeigen über die täglichen Wasserstände berechneten Tabellen mittheilen.

Erste Tabelle.

Die waal und der nieder-rhein standen bey offenem strom, bey einer wasserhöhe von 12 fuſs und darunter, von 1770 bis 1792 im mittel.

Jahre.	Mittler unterschied in zollen.		Gröſster unterschied in zollen.		Geringster unterschied in zollen.	
	Waal.	Rh.	Waal.	Rhein.	Waal.	Rhein.
1770	—	$7\frac{2}{3}$	—	$13\frac{1}{2}$	—	$\frac{1}{2}$
1771	—	$3\frac{1}{9}$	—	$12\frac{1}{2}$	—	—
1772	—	$3\frac{1}{3}$	—	12	—	—
1773	$1\frac{3}{4}$	—	—	9	—	—
1774	—	$\frac{5}{6}$	—	7	—	—
1775	$3\frac{1}{3}$	—	7	—	—	—
1776	5	—	$10\frac{1}{2}$	—	—	—
1777	7	—	14	—	—	—
1778	5	—	11	—	—	—
1779	$6\frac{1}{2}$	—	11	—	—	—
1780	$4\frac{1}{3}$	—	10	—	—	—
1781	12	—	$20\frac{1}{2}$	—	—	—
1282	18	—	26	—	$6\frac{1}{2}$	—
1783	$16\frac{1}{2}$	—	$30\frac{1}{2}$	—	$4\frac{1}{2}$	—
1784	$17\frac{1}{2}$	—	31	—	4	—
1785	$14\frac{5}{1}$	—	$34\frac{1}{2}$	—	—	—
1786	$11\frac{3}{4}$	—	22	—	—	—
1787	$14\frac{1}{2}$	—	23	—	2	—
1788	$15\frac{1}{3}$	—	22	—	1	—
1789	$14\frac{1}{5}$	—	27	—	4	—
1790	$21\frac{2}{1}$	—	26	—	8	—
1791	$22\frac{1}{2}$	—	28	—	12	—
1792	$22\frac{1}{2}\frac{1}{2}$	—	31	—	2	—

Zweyte Tabelle.

Die oberfläche der waal zu Nymegen bey ihrem mittlern stande ist über (+) oder unter (—) dem horizonte der oberfläche des rheins bey seinem mittlerm stande zu Arnheim.

In dem Jahre.	Fuſs.	Zoll.	Linien.
1770	— 1	10	$6\frac{3}{4}$
1771	— 1	1	$6\frac{3}{4}$
1772	— 1	3	$6\frac{3}{4}$
1773	— 1	0	$0\frac{3}{4}$
1774	— 0	11	$6\frac{3}{4}$
1775	— 1	4	$0\frac{3}{4}$
1776	— 0	8	$6\frac{3}{4}$
1777	— 0	9	$6\frac{3}{4}$
1778	— 0	11	$10\frac{3}{4}$
1779	— 0	8	$0\frac{3}{4}$
1780	— 0	7	$6\frac{3}{4}$
1781	— 0	0	$6\frac{3}{4}$
1782	+ 0	5	$5\frac{1}{4}$
1783	+ 0	2	$11\frac{1}{4}$
1784	+ 0	3	$5\frac{1}{4}$
1785	— 0	0	$0\frac{1}{4}$
1786	+ 0	0	$5\frac{1}{4}$
1787	+ 0	10	$5\frac{1}{4}$
1788	+ 0	4	$5\frac{1}{4}$
1789	— 0	1	$0\frac{1}{4}$
1790	+ 0	7	$5\frac{1}{4}$
1791	+ 0	8	$5\frac{1}{4}$
1792	+ 0	7	$11\frac{1}{4}$
1793	+ 1	1	$11\frac{1}{4}$
1794	+ 0	9	$5\frac{1}{4}$

Dritte Tabelle.

Nachdem die correctionswerke an der stromscheidung gröſstentheils vollendet waren: das ist, von 1786 bis 1797, stand die waal bey einem wasserstande von 12 fuſs und drüber, und zwar bey offenem strome, am Nymeger Pegel höher (+) oder niedriger (—), als der Rhein am Arnheimer Pegel. Tab. 26, 14 und 27.

In den Jahren.	Monathen.	Mittler unterschied	Dabey stand die waal am Nymeger Pegel		Gröſster unterschied	Dabey stand die waal am Nymeger Pegel		Geringster wasserstand	Dabey stand die waal am Nymeger Pegel		Höchster wasserstand		Unterschied dabey	Beym mittlern wasserstande war der unterschied.	In den Monathen hatte ein oder ein Paar tagen der mittlere wasserstand	Statt	Tab. 26. Profile der Waal in No. 10. B. I. S. 81. 1ste Aufl.	Tab. 26. Profile des P. Can. I. No. 16. B. I. S. 82. 1ste Aufl.
		Zolle	F.	Z.	Zoll.	F.	Z.	Zoll.	F.	Z.	F.	Z.	Zoll.	Zoll.			Quad. Ruth.	Quad. Ruth.
1786	Sept.	0	12	10	0	12	10	0	12	10	12	10	0	+ 9 (	Aug.)	1786	105	56
	Oct.	—1,25	15	0	+ 1	16	1	— 1	14	1	16	1	+ 1	+10 (	Sept.)			
1787	May.	+3	14	7	+ 4	12	4	+ 2	12	11	14	7	+ 3	+13 (	May)	1787	109	55
														+12 (	Juny)			
1788	Juny.	+1	12	1	+ 1	12	1	+ 1	12	1	12	1	+ 1	+11	Aug.	1788	107	53
1789	April.	+6	13	0	+16	18	6	+ 2	14	8	18	8	+14	+14	März	1789	109	53
	May.	+6,36	16	7	+ 9	16	1	+ 3	14	3	16	8	+ 6					
	Juny.	+5,5	17	6	+ 8	15	11	+2	14	2	17	6	+ 5					
	July.	+5	14	1	+ 7	12	6	+ 3	13	9	14	6	+ 5					
	Aug.	+5	12	1	+ 9	13	4	+ 1	15	6	16	10	+ 3					
1790	July.	+7,6	12	5	+11	12	0	+ 5	13	5	13	5	+ 5	+17	Juny	1790	109	49
														+22	July	1791	110	50
1792	März.	+18	13	6	+12	13	6	+18	13	6	13	6	+18	+27 (	Juny)	1792	117	47
	Juny.	+19	13	1	+21	12	5	+17	13	3	13	3	+17	+21 (	Aug.)			
1793	Febr.	+17	17	3	+21	13	3	+11	15	7	17	3	+17	+30 (	Juny)	1795	115	46
														+27 (	July)			
														+21 {	July }	1794	117	44
	März.	+22	12	8	+24	12	8	+22	12	8	12	8	+22	+23 {	Aug. }			
														+21 {	Oct. }			
1795	July.	+14	14	9	+20	13	5	+11	15	4	16	7	+12	+24 {	Nov. }			
	Aug.	+12,8	13	8	+21	12	0	+ 8	16	8	16	9	+ 9					

§. 264. Aus der ersten Tabelle folgt im allgemeinen, daſs von 1770 bis incl. 1772 der Pegel zu Arnheim, bey niedrigem und mittlern wasserstande, höher zeichnete als der Pegel zu Nymegen; — daſs von 1773 und 1774 fast kein unterschied statt hatte; — daſs mit 1775 die gröſste Höhe der waal einen Anfang nimmt, die bis 1780 zwischen 4 und 7 zoll unterschied begränzt bleibt; — daſs 1781, als nämlich das separationswerk gelegt ward, der mittlere unterschied 12 und der gröſste $20\frac{1}{2}$ zoll betrug; — daſs 1782, als die alte Mündung des Pan. Canals zugedämmt wurde, der mittlere unterschied 18 und der gröſste 26 zoll war; — daſs endlich von 1782 bis 1786 der mittlere unterschied wieder bis auf $11\frac{3}{4}$ zoll vermindert, von hier aber

bis 1792 auf 22½ zoll vermehrt wurde, ungeachtet 1788 verschiedene Maaſsregeln zur Vertiefung der neuen Mündung des Pannerdenschen-Canals, mit dem beſsten Erfolge, angewandt wurden.

Die zweyte Tabelle gibt folgende Resultate. In vier und zwanzig Jahren von 1770 bis 1794 incl. hat sich die Oberfläche der Waal erhöhet, und die des Rheins erniedrigt (nämlich im Mittel gerechnet); obgleich diese relative Erhöhung nicht regelmäſsig gewesen ist, so beträgt sie doch 2 bis 2½ Fuſs in dieser Zeit. Im Jahr 1781 als das Separationswerk der beyden Flüsse gelegt wurde, stand die Waal nur (im Mittel) 6¾ Linien niedriger als der Rhein. Nach Zuschlieſsung der alten Mündung des Pannerdenschen Canals (1782) war die Waal aber 5 Zoll 5¾ Linie höher als der Rhein.

Bevor wir die Resultate der dritten Tabelle durchgehen, wollen wir hier erst noch einiges aus den Bruningschen Anmerkungen ausziehen. Es heiſst darin *Erstens:* „Die Beobachtungen an den 1782 in den Mündungen der Niederwaal und des Pannerdenschen Canals in gleicher Entfernung von dem Separationspuncte gesetzten Pegeln, lassen auf keine so groſse Verschiedenheit, an den gleichfalls von dem Separationspuncte in ungefähr gleicher Entfernung weiter abwärts stehenden Pegeln, schlieſsen: denn 1783 zeichnete der Pegel im Canale, im Mittel, 3 Zoll höher; von 1785 bis 1788 zeichneten sie ungefähr gleich hoch, und von 1790 bis 1792 war der mittlere Stand am Pegel in der Waal 3 bis 5 Zoll höher, als im Canale. *Zweytens*: Die Mündung der Niederwaal ist seit dem Jahre 1779 beständig gröſser geworden, so daſs der Queerschnitt bis 1794 von 94 bis auf 117 Quadratruthen zugenommen hat (B. I. S. 81 in der Columne Nro. 10). Der Unterschied in Ansehung des Wasserstandes kann also auch von der Verbesserung der Mündung der Niederwaal herrühren. *Drittens:* Es ist *möglich*, daſs oberhalb des Profils von Arnheim ein oder mehrere beengte oder untiefe Profile sich befinden, die vormals nicht statt hatten, und die den regelmäſsigen Zufluſs des Wassers niederwärts verhindern, und auf diese Weise einen niedern Wasserstand daselbst verursachen. Dasselbe würde statt haben, wenn die Yssel jetzt mehr als sonst von dem abkommenden Wasser empfinge. Eben so ist es *möglich*, daſs ein ehemals existirendes Hinderniſs unterhalb Arnheim jetzt nicht mehr vorhanden sey. Beydes hätte eine Erniedrigung an dem Pegel zu Arnheim verursachen müssen. *Viertens:* Ferner ist es *möglich*, daſs unterhalb Nymegen eine Verengung oder sonst ein Hinderniſs entstanden sey, oder daſs ein ehemals oberhalb Nymegen gewesenes Hinderniſs nicht mehr existire. Beydes hätte eine Erhöhung der Waal zu Nymegen zur Folge haben müssen. *Fünftens:* Aehnliche Verschiedenheiten können auf einem und demselben Flusse statt finden.“

„Alles, was sich also aus der beobachteten Verschiedenheit der Wasserstände schlieſsen läſst, ist, *daſs eine Veränderung in der Neigung der Flüsse vorgefallen sey*, ohne entscheiden zu können, ob der eine Fluſs jetzt mehr oder weniger Wasser abführt als sonst. Wenn man sich erinnert: daſs das Vermögen der Ströme nicht aus

dem Inhalt der Profile noch aus dem localen Stande der Wasserhöhen an den Pegeln sondern aus der mittlern Breite, Tiefe und Geschwindigkeit bestimmt wird; so wird man nie anders von dem wahren Verhältnifs dieser Ströme eine Kenntnifs erlangen, (wer sollte die Nützlichkeit dieser Kenntnifs in Zweifel ziehen?) als durch Geschwindigkeitsmessungen. Freylich müfste erst festgesetzt werden, bey welcher Wasserhöhe ein gewisses Verhältnifs der Wassermenge bestimmt und gemessen werden solle; denn es ist physisch unmöglich, dafs bey allen Wasserhöhen ein gleiches Verhältnifs statt finden könne."

Herr Brunings spricht nun von der Methode, die Geschwindigkeit des fliefsenden Wassers zu messen, und es werden die mit seinem Instrumente angestellten Messungen mitgetheilt. Er kömmt ferner auf die Frage: ob durch diese Veränderung des Wasserstandes, zu Arnheim und Nymegen die Neigung beider Flüsse regelmäfsiger oder unregelmäfsiger geworden sey. Diefs zu erfahren, schlägt er vor, die totale Neigung, vom Separationspuncte an bis zu der Stelle des Flusses, wo die Wirkung der Fluth verspürt wird, durch ein Nivellement, und zwar bey demselben Wasserstande, der auch zu den Geschwindigkeitsmessungen gewählt wird, zu untersuchen. „Auch mufs man wissen, wie weit die Fluth bey diesem Wasserstande merkbar ist, denn bis zu diesem Puncte wird das Nivellement gehen müssen."

Kennt man diese gesammte Neigung, so kennt man auch die, welche zu Arnheim und Nymegen oder in jedem andern Puncte statt haben müfste, wenn die Neigung ganz regelmäfsig seyn sollte, und erst alsdann läfst sich beurtheilen, ob die bisherige Veränderung der Neigung dazu beygetragen hat, solche regelmäfsiger oder unregelmäfsiger zu machen. „Ein solcher regelmäfsig hydrotechnischer Abhang könnte jedoch nur alsdann statt finden: wenn der Flufs überall eine und dieselbe Breite, Tiefe und Geschwindigkeit hätte, da aber in der Natur ein solcher Strom nicht existirt noch existiren kann, so versteht es sich von selbst: dafs man sich in diesem Falle, ungeachtet aller angewandten Mühe, mit einer Annäherung wird begnügen müssen. In allen Fällen wird aber ein solches aneinander gereihetes Nivellement darthun: ob eine Verminderung der Neigung bis Nymegen, eine Verschlimmerung oder Verbesserung für den Zustand der Flüsse sey," Jetzt wurde Geldern eingeladen, an allen diesen Messungen Theil zu nehmen.

Aus der dritten Tabelle ergeben sich nicht minder wichtige Resultate, als aus den beyden übrigen; sie ist vorzüglich entworfen, um zu ersehen; in wie fern die Deiche an der Waal bey den höchsten Wasserständen in Gefahr sind, nämlich bey offenem Strome; und wie die Ströme alsdann wechselseitig stehen. Diese Tabelle zeigt: Erstens, dafs die Waaldeiche bey Nymegen, auf 23 Fufs am Pegel liegend, *bey offenem Strome*, von dem höchsten Wasser, das 18′ 8″ betrug, noch nichts zu befürchten hatten. Zieht man hiervon den Unterschied ab, um den der Nymeger Pegel höher, als der Arnheimer zeigte, das ist 14 Zoll so würde hier der Rhein 17′ 6″ am

Arnheimer Pegel gezeigt haben. Hier fehlten also noch 2′ 6″ und dort gar noch 4′ 4″, bevor der hohe Strom die Deichkappe erreichen konnte. Zweytens, daſs die Waal, bey einem mittlern Wasserstande (9 Fuſs am P.), verhältniſsmäſsig höher bey Nymegen, als der Rhein bey Arnheim steht. Dieſs stimmt auch sehr gut mit den Geschwindigkeitsmessungen, wenn man nämlich die B. 1. S. 365. erste Auflage mit den auf der 380. Seite mitgetheilten vergleicht. Auch die erste Tabelle zeigt: daſs die Waal bey den Wasserständen unter 12 Fuſs, im Mittel, höher steht, als bey denen von 12 Fuſs bis zu den höchsten. Drittens: Bis zum Jahr 1793 incl. nahm die Waal in ihrer Höhe immer zu. Von dieser Zeit an, senkte sich ihre Oberfläche gegen sonst; insbesondere bey hohem Wasserstande. Auch mit der zweyten Tabelle stimmt dieses Resultat. Wir wollen jetzt sehen, ob auch die mittlern Tiefen, die Breiten, ob überhaupt die Profile in der Waal bis 1793 zu- und nachher abgenommen haben. In den Peillinien (Tab. 26.) No. 8. und 9. trift dieser Fall zu, aber nicht in No. 10. u. 11.

Alle diese, in den drey Tabellen enthaltenen Data, wenn man sie, wie wir gethan haben, mit den Geschwindigkeitsmessungen vergleicht, beweisen: daſs die Wassermenge der Waal nicht ganz im Verhältniſs zugenommen hat, als ihre Oberfläche höher geworden ist. Und wenn gleich die wahren Ursachen von dieser Erhöhung nicht ganz genau von den scheinbaren unterschieden werden können, bis die Nivellements und Geschwindigkeitsmessungen vollendet seyn werden; so geht doch so viel aus diesen Tabellen und aus den §. 47. angeführten Resultaten, wie gesagt, hervor; daſs dem Niederrhein, bey einem mittlern und niedrigen Wasserstande, noch eine gröſsere Wassermenge zugeführt werden dürfe; daſs aber die Waal, bey hohem offenem Strom, noch mehr Wasser ableiten könne, ohne Gefahr für ihre Deiche. Und diese Resultate sprächen also gleich jenen auf S. 42. u. s. w. angeführten, für die oben vorgeschlagene Verlängerung des Separationswerkes.

Die Eisdämme können niemals verhindert werden, wenn man nicht die schädlichen Serpentinen und Deichengen der Flüsse, entfernt, den Abhang des Fluſsbettes so regelmäſsig, als möglich führt, und die Dämme über den höchsten Stand des Eisstromes erhöhet. Ich würde daher in dem Pannerdenschen-Canal, die mit einer rothen Farbe (Tab. 25.) bezeichneten Werke, in dem Rhein (Tab. 15.) die mit eben dieser Farbe angezeigten Bauwerke aufführen, um die oberhalb der Neuen-Yssel liegende und für die Schifffahrt schädliche Untiefe h, die das Festsetzen des Eises, also einen Eisdamm bewirket, fortzuschaffen. Mit dem an der Ysselmündung bezeichneten Separationswerk e würde ich diesem Flusse eine grössere Wassermenge zuführen, und dadurch dem Niederrhein sowohl einen Theil der Eismassen als des hohen Stromes entziehen. Dieses alles ist um so unbedenklicher, da bis jetzt die Deichbrüche an der Gelderschen-Yssel sich nur alsdann ereigneten, wenn der Spycksche-Ossenwaardsche- und der Kruis-Deich (der Kreuzdeich), so wie der Deich am Lymers, durchbrachen (Tab. 13. u. 14.), also nicht von dem Wasser, welches die Yssel directe aus dem Nie-

derrhein empfieng. In dieser Hinsicht würde ich alle diese Deiche, so wie die Deiche des Niederrheins und der Yssel, wenigstens 18 Zoll über die höchsten Wasserstände erhöhen. Ein holländischer Stromkundiger hat den fehlerhaften Zustand des Niederrheins, mittelst den am linkseitigen Ufer, mit No. 10. 11. 12. 13. 14 15. 16. und denen am rechtseitigen mit No. 9. 8. 7. 6. 5. 4. 3. 2. 1., bezeichneten perpendiculären Kribben, verbessern wollen (*). Dieses Project werde jetzt näher beleuchtet. So zweckmäſsig die Verrückung des linkseitigen Ufers, in den Fluſs hinein, durch Kunstmittel, auch ist, um die Profile des Bettes zu schmälern, damit der Strom eine grössere Gewalt auf die Untiefe *h* ausüben und sie fortreissen möge; andern Theils, die Stromrinne directer auf den Separationspunct der Flüsse zu leiten: so scheinen doch die projectirten Werke Nro 14. und 16. überflüſsig, und die in No. 12. und 13. zu lang, zu seyn. Denn, um den Angriff des Stromes auf die Untiefe *h* wirksam zu machen, muſs der Strom ihre beyden Seiten angreiffen können. Dieſs wird ohne Zweifel geschehen, wenn No. 11. und 13. mit Flügel versehen, und so dem Strome eine regelmäſsigere Leitung gegeben, wenn endlich der Widerstrom, den die perpendiculären Fluſswerke so gerne bilden, vermieden wird. Nro. 12 wäre deſswegen kürzer, als es in jenem Project festgesetzt wurde, zu machen, damit die Untiefe *h* einen grösseren Strom empfange, Da zwischen 13. und 15. eine Sandbank liegt; sich dort ein convexes Ufer befindet und die Entfernung von dem Flügel des Werkes 13 an bis zu No. 15. nur 100 Ruthen beträgt: so dürfte No. 14. vollkommen erspart werden können. Wenn nun gleich, auf der linken Seite, für den Angriff der Untiefe gesorgt ist; so muſs doch auch, am rechtseitigen Ufer, zum nämlichen Zweck gewirkt werden. Ein solcher Bau, der diesem entsprechen soll, dürfte in einem perpendiculären Werke 6; in der Verlängerung der declinanten Kribbe, die gleich oberhalb dem Retranchement liegt, und in einer Fangkribbe an dieser Verlängerung; ferner in den Fangkribben A und B; endlich aus dem Doppelwerke C bestehen müssen. Diese Bauwerke werden den Strom abweisen, ihn der Untiefe h näher bringen; sie und die gegenüber liegenden Werke werden die Geschwindigkeit des Stromes, indem sie ihn einengen, vermehren. So müssen sie also, wenn sie Vorland erzeugen, die Gefahr von dem Ufer und vom Deiche entfernen. Sie werden endlich die Trennung der Stromrinnen, dem Scheitelpunct der Flüsse näher bringen oder doch in der Richtung des Separationswerkes die Direction der ungetheilten Stromrinne selbst versetzen.

Die schädliche Sandbank vor Looward hat man, vermittelst der Kribben a, b, c, d, XV und e, abzuflächen gesucht. Da diese Werke aber eine Menge Widerströme und also *kein Vorland* erzeugen, ferner den Strom nicht kräftig genug hinauswerfen, weil sie dessen Lauf retardiren; so konnten sie diesem Zwecke nicht entsprechen. Die Widerströme zu vernichten, Vorland zu gewinnen, und auf die Sandbank einen grösseren Strom - und Eisgang zu leiten, dieſs dürften die, auf Tab. 15. mit rother Farbe

(*) Alle von mir projectirten Werke sind auf Tab. 15 roth illuminirt.

angezeigten Fangkribben und ein perpendiculäres Werk No. 10. bewirken. Wenn man ferner erwägt; daſs die perpendiculäre Kribbe Nu. 6., in Gemeinschaft mit dem Doppelwerke gegen No. 5., das von der Loowaardschen Bank abgelaufene Material auffangen wird; ferner daſs vor dem Ossermannsward schon eine Sandanlage existirt; so scheinen die projectirten Werke No. 9., 8., 7., unnöthig zu seyn.

In so fern wir nun zu beweisen gesucht haben, daſs die vorgeschlagenen Kunstmittel die concaven Ufer, oberhalb der Stromscheidung, so wie die Deiche, hinlänglich decken; die Sandbänke abflächen werden:- so ist nichts gewisser, als daſs der Stromstrich sich dem Seperationspuncte nähern, und die Yssel einen regelmäſsigern, grössern Strom, erhalten werde, zumal wenn das Separationswerk dergestalt verlängert wird, wie es roth illuminirt ist, und wenn, wie gesagt, die Westervoortschen Fahrdämme abgeschliehtet werden. Nachdem diese Mittel in Ausübung gebracht sind, und ihre Wirkung, von denen die zur Verbesserung des Pannerdenschen Canals vorgeschlagen wurden, noch vergröſsert werden wird: dürfte sich das Fluſsbett des Niederrheines, auf eine regelmäſsige Weise vertiefen; andern Theils werden sich oberhalb der Stromscheidung der Yssel und des Rheines, und bey Peppelgraf, nicht mehr solche Eisstopfungen, als ehemals ereignen. Eisdämme, die — den Gegenden an der Waal und an dem Niederrhein öfters schreckliches Unglück gebracht haben.

§. 265. Der *Niederrhein* unter Arnheim (Tab. 37. und 38.) wird von Sommerdämmen, welche die Waarden, Wiesen und Viehweiden gegen hohes Sommerwasser schützen, sehr eingeengt. Der Rhein, dessen Profil unterhalb der Stromscheidung von der Yssel, 600 Fuſs breit ist, hat unterhalb Arnheim eine Profilweite von 420 Schuh; ja man hat den Niederrhein mittelst Kribben und Bauwerken auf 360 Schuh eingeschränkt. Noch mehr hat man die Profile der Hochgewässer mit den Deichengen und mit den nach den Ueberfahrten gehenden Queerdämmen eingeengt. S. Tab. 37. und 38. Insoferne die Separationswerke oder die Spitzen der Stromscheidung einen Aufstau in dem ungetheilten Strome verursachen, folglich dessen Geschwindigkeit verzögern; so muſs der Ingenieur die Profilweiten der getheilten Flüsse stets gröſser machen, als die Fluſsbetten in dem untern Fluſsbezirke. Ich würde daher diesem Flusse bis Wyck by Duurstede, keine geringere Weite als 400 Schuh, folglich die Einlegung der Bauwerke über diese Fluſsgrenze hinaus, nicht gestatten. Schon der Stadt Arnheim gegenüber liegt der linkseitige Sommerdamm kaum fünfzig Ruthen von dem Kay entfernt, daher auch hier die öftern Eisstopfungen und Anschwellungen des Stromes. Kurz, die angezeigten Karten beweisen es, daſs man nur Kribben anzulegen trachtete, ohne auf eine allgemeine Correction Rücksicht zu nehmen. Diese declinanten Werke, sind aber auch von Zeit zu Zeit ruinirt worden. Sie haben Widerströme, Ufereinrisse erzeugt, und wenig zur Regelmässigkeit des Bettes beygetragen. Doch wir wollen nicht im Detail wiederholen, was schon zu oft über den Nachtheil der declinanten

Kribben, welche frey in den Fluſs hinein liegen; den sie des Ueberfalls und Widerstroms wegen für die Ufer und beym Abfluſs des Stromes verursachen, gesagt wurde.

§. 266. Die wesentlichsten Verbesserungen des Nieder-Rheins dürften bestehen: in der Einkürzung und Abflächung mancher Fahrdämme und Kribben; — in der Anlage von Fangkribben an die nützlichen declinanten Werke; — vorzüglich aber, in einem Durchstiche der beyden Serpentinen, zunächst Wyck by Duurstede (Tab. 37). Diese Fluſscorrection würde die Geschwindigkeit des Stromes vermehren; die Eisstopfungen, welche hier vorfallen, verhindern; zur Reinigung des Bettes, mittelst Beschleunigung des Eisganges und des Stromes, beytragen, und also die Neigung, welche hier so geringe ist, vergröſsern; mithin auf den obern Fluſsbezirk bis zur Yssel, sehr wohlthätig wirken.

§. 267. Nahe an Wyck liegt in dem Deiche eine fünf Fuſs weite Schleuse, wodurch der Kromme-Rhyn gespeiſst wird. Mehr als hundert und fünfzig Cubikfuſs in der Secunde wird sie, den gröſsten Theil des Jahres über, nicht durchlassen. Sobald der Rhein hoch anschwellt, muſs sie geschlossen werden (*). Hier endet sich der Niederrhein, wir kommen also zum Leckfluſs.

§. 268. Der Leckfluſs und seine Bedeichungen sind auf der 30. 31. 35. 36. und 37. Kupfertafel dargestellt. Nach einem Nivellement von Lulofs und Bolstra, 1751 bewerkstelligt, betrug die Neigung, von dem Hagesteinschen Schaardeiche (Tab. 36.) an, bis zur Leckmündung: das ist auf eine Länge von 11550 Ruthen, bey mittler Wasserhöhe, drey und sechzig Zoll. Sie verhält sich also zur Länge wie 1 : 26040. Bey dem hohen Wasser des Jahres 1747 betrug diese Neigung aber $\frac{1}{11550}$ (**).

Nachdem der Leck im März 1751 bey einem Eisfreyen-Strom (hol. by open Rivier) bis zu einer nie erreichten Höhe angewachsen war, und die Deichbrüche die Provinzen Holland und Utrecht an den Rand des Verderbens gebracht hatten, da erst wurde dem Professor Lulofs der Auftrag: die Neigung des Lecks zu nivelliren. Er fand diese bey hohem Strom (im März) zwischen Jaarsveld und Krimpen (Tab. 35. und 36.) ziemlich regulär abhängig, ausgenommen, daſs bey Schoonhoven eine kleine Erhabenheit von drey Zoll über die fortgehende Neigung des Stromes und bey Bergambacht eine Senkung von 6 Zoll statt fand. Man schrieb den vielen Kribben, welche im Flusse lagen, und dem Buschwerke diese Irregularitäten nicht zu. In der That konnte dieſs auch nicht allein die Ursache der Aufstauung und Senkung der Oberfläche des Stromes seyn; sondern sie scheint vielmehr in den Deich- und Fluſsengen und dem Steigen und Fallen des Bettes gelegen zu haben. Ob gleich dieses Nivellement für sich allein keine genugthuende Untersuchung abgeben konnte, so bewies es doch: daſs sich in dem Leckflusse *bey offenem-Strom*, keine solche Aufstauungen ereigneten, welche den Abfluſs des Wassers hemmen konnten, und daſs man die Ursache der schädlichen Stromhöhe in ganz andern Localursachen suchen müsse. Wenn man den

(*) Auf Tab. 37. ist diese Schleuse beschrieben.

(**) Hoog-noodig onderzoek omtrent de waare Oorzaaken van het steets aangroejend bedarf der Leck etc.

Leck und seine Deichengen betrachtet, dessen geringe Neigung kennt; so darf wohl eine kleine Geschwindigkeit vorausgesetzt werden. Messungen sind indessen meines Wissens, davon nicht vorhanden. Bey der unzureichenden hydrometrischen Kenntniſs die wir von diesem Fluſse haben, dürfte doch, im allgemeinen, noch jetzt der Rath anwendbar seyn, den Bolstra, Lulofs und Velsen gegeben haben, welcher kurz darauf hinausgeht: daſs so wenig Inseln, Sommerdämme und Holzgewächs als möglich gestattet werden müssen, und daſs die Fahrdämme, eher eingekürzt, als verlängert werden sollten; — daſs man den Schutt der alten Ziegelbrennereyen wegräumen müsse und keine neue ganz in der Nähe des Flusses, da wo ein enges Profil ist, erbauen dürfe.

Die vorzüglichste Correction, welche in neuern Zeiten bewirkt ist, trift man unter Cuulenburg (Tab. 36.) an. Da ist dem Bette, vermittelst mehreren Kribben, die auf der angeführten Kupfertafel verzeichnet sind, eine vortheilhaftere Richtung gegeben und die Fahrbarkeit des Flusses sehr befördert worden. Gleich oberhalb Cuulenburg wird dahin gearbeitet, die Insel fortzuschaffen, durch welche Werke des Stromes Geschwindigkeit, ohne Zweifel, vermehrt werden wird.

Des *Leckflusses* hohes Anschwellen ist für Holland äusserst gefahrvoll; denn sobald seine nördlichen Deiche durchbrechen, dehnt sich die Ueberschwemmung bis Naarden und Amsterdam aus. Man erhöhete und verstärkte diese Deiche deswegen, nach den hohen Inondationen von 1747. Und da die Kosten ungeheuer gewesen seyn würden, um sie aller Orten gleichmäſsig zu verbreiten; so wurde auf der Binnen Seite der Krone ein kleines Dämmchen *a b* (Tab. 52. Fig. 4.) 2 Fuſs hoch und 6 Fuſs breit aufgekarrt, welches man Sandpfad (hol. Sandpad) nennt (*). Wenn gleich diese *Aufdammung* von Einigen als unzureichend erklärt worden ist, so hat sie sehr oft und noch 1795 groſses Unglück, ja selbst Deichbrüche und Inondationen verhütet, dessen die Rapports der holländischen Stromkundigen bezeugen. Die Erfahrung hat also bewiesen; daſs sie Widerstand leisten könne, zumal wenn der Frost tief in die Erde gedrungen; wenn sie von guter Deicherde aufgeführt und keinem Stromzuge ausgesetzt ist. Dem Angriffe des Stromes werden doch nur wenig andere Deichstellen als *Schardeiche*, die kein Vorland haben, ausgesetzt seyn. Gut, *diese* mag man also, wenn es nöthig ist, in ihrer ganzen Breite erhöhen und verstärken. Solche Deiche aber, die am Oberwaal liegen, das ist ausser dem Anfalle und der Richtung des hohen Stromes, diese wird man durch einen Kadeich erhöhen können: welcher aber aufs sorgfältigste mit dem alten Deichkörper zu verbinden ist, und dessen Dossirungen gleich mit Rasen belegt werden müssen.

(*) Ehemals war der Sandpfad oben rund, wie die von Bolstra gelieferte Profilzeichnung beweist; jetzt ist die Krone fast horizontal. Da seine Mitte zur Bequemlichkeit der Fuſsgänger mit Sand bestreuet ward, so nennt man das ganze Dämmchen *Sandpfad*. Eine solche Aufdämmung (ein kleines Dämmchen) nennt man auch in Holland Kade oder Kadyk. Wir werden uns zuweilen der Benennung *Kadeich* bedienen.

Wenn nun die Leckdeiche und vorzüglich die nördlichen oberhalb Vreeswyk, zu der Sicherheit der Provinzen Utrecht und Holland so wesentlich beytragen; — wenn die Erfahrung gelehrt hat, dafs der Leck schon so oft bis zu einer verderblichen Höhe angewachsen ist, und dafs die Anschwellungen von Eisstopfungen herrühren, so scheint es wohl bey dem holländischen Flufsbaue sehr wichtig zu seyn: *das Bett des Leckes von Versandungen* (*) *so viel als möglich frey zu halten*, damit der Strom und Eisgang einen lebhaftern Zug gewinne. Dieser Zweck wird aber mit dem eigentlichen Flufs nicht vollkommen bewerkstelligt werden können, da sich die Eismassen vorzüglich in der Bahn unter Schoonhoven festsetzen, sondern der Rückwallende-Strom (der sogenannte Fluthstrom) mufs zu Hülfe genommen werden. Es ist nämlich unwiderlegbar gewifs: dafs sobald die Fluth eine gröfsere Wassermenge in die Leckmündung einströmt, auch der Strom, während der Ebbe, eine gröfsere Geschwindigkeit, mithin ein gröfseres Vermögen auf das Bett und dessen Untiefen zu wirken, hervorbringen müsse. Da nun ein solcher Vorschlag, welcher dieser Forderung entsprechen könnte, auf die Kenntnifs von der Circulation der Fluth und Ebbe in der neuen Maas und in der Noord (Tab. 40) gegründet seyn mufs, von dieser aber noch nicht gehandelt werden kann, ohne den Faden der Materie zu zerreissen; so wird es erlaubt seyn dürfen, an einem andern Orte, noch einmal auf die Verbesserung des Leckflusses zurückzukehren, und gegenwärtig auf einen andern Gegenstand zu kommen.

Ferner würde ich die Leckdeiche sämmtlich wenigst 1½ Schuh über die höchsten Wasserstände, die bis jetzt bekannt sind, erhöhen, die Fahrdämme aber abflächen, und alle in den Strom hineingehenden Bauwerke so viel als möglich niedrig halten und vom Eise ablaufen lassen; endlich die Ausmündung dieses Flusses mittelst dem Werke I. II. Tab. 31. verbessern. Ein Vorschlag, welcher, wie gesagt, in der Folge näher begründet werden wird.

§. 269. Ich kann den Leckflufs nicht verlassen, ohne die von holländischen Ingenieurs zur Abwendung der Ueberschwemmungen gemachten Vorschläge anzuführen, weil ich dabey Gelegenheit haben werde, die Verbesserungs-Entwürfe näher zu begründen. Die bey den Anschwellungen des Lecks und dessen Deichbrüchen besonders betheiligte Provinz Holland trug in der Mitte des vorigen Jahrhunderts dem berühmten Lulofs und dem mit den holländischen Flüssen sehr bekannten Ingenieur Bolstra, dessen äusserst mühsame und merkwürdige Beobachtungen und Messungen über das Steigen der Fluth und die Ebbe, in der Maas und Meerwede, so wie das von ihm von diesen Flüssen bewerkstelligte Nivellement auf der 107. 118 und 119. Seite mitgetheilt sind, die Verbesserungsentwürfe auf. Die Staaten von Holland und Westfriesland stellten nämlich die Frage: „Ob die Hochgewässer des Leckflusses nicht irgendwo seitwärts abgeleitet werden könnten?" Diese zwey Ingenieurs machten fol-

(*) Nach Bolstra soll die Erhöhung des Bettes bey Vreeswyk in hundert Jahren 4 Fufs betragen haben. Die Oberfläche der Leck ist nach ihm wenigstens in dieser Zeit 24 Zoll gestiegen.

gende Vorschläge: 1) „Wo der Diefdeich (Tab. 36) an den Leckdeich anschliefst, sollten in diesem, zehn bis zwölf Schleussen angelegt werden. Längs dem Diefdeich sollte in einer Entfernung von hundert Ruthen ein Leitdeich kommen. Zwischen diesem und jenem würde das durch die Schleussen getretene Leckwasser nach der Linge abgeleitet worden seyn. Um den Wassersturz unterhalb den Schleusen und die durch sie strömende Wassermenge selbst zu mäfsigen, dazu würde ein Slaper-Deich (niedriger Uberlaasdeich) von dem Diefdeich nach dem Leitdeich nicht weit von den Schleussen gedient haben. 2) Der Lingeflufs sollte zwischen Leerdam und Asperen von C nach B und A (T. 39.) gerade geleitet und längs diesem Abschnitt von C nach A, auf der südlichen Seite, mit einem neuen Deiche versehen werden. In diesem Deiche, der queer über die Linge, von dem obern Leitdeiche ab, gehen sollte, wollte man bey C acht Schleussen anlegen, um dadurch sowohl die Linge als ihr hohes Wasser durchzulassen. Unter Heukelum sollte der Lingedeich bey D und unter Spyk bey O von den Ecken entfernt werden, um die engen Deichweiten zu vergröfsern. Endlich wollten sie den hohen Strom gegen Gorckum (T. 30.) von O nach N, durch acht in den Deich bey N anzulegende Schleusen, in die Meerwede ableiten. 3) Die Ausführung dieses Projects, bey dem drey genaue Karten und zwey Profilzeichnungen beygelegt wurden, würde die Summe von einer Million achtmahlhundert und acht und fünfzig Tausend Gulden gekostet haben. Dadurch glaubten Lulofs und Bolstra den hohen Leck zwey Fufs niedriger zu halten, als er 1751 gestanden.

Gegen diesen Vorschlag erregten die Städte Gorckum, Dordrecht und Rotterdam, die Deichgrafen und Heemraden der Vyfherrn-Lande und des Alblasserwaardes, so wie des Landes van Arckel, viele Schwierigkeiten, und protestirten dagegen förmlich. Hierauf antworteten die Projectgeber in einem Memoire unterm 30. Jan. 1754 und später in den Consideratien over het Request der eben erwähnten Opponenten, deren Hauptargument darin bestand: „dafs die Linge- und Meerwededeiche zu viel Wasser zu halten haben würden, und also durchbrechen müfsten.“ Lulofs und Bolstra schlugen deswegen einen Ueberlafs (overlaat) (*) durch das Land von Altena (T. 30) vor. Ein Project, welches bereits 1726 von den Professoren s'Gravesande und Wittichius so wie von dem Landmesser Cruquius geprüft worden war. Er sollte zwischen Werkerdam und Sleuwyk angelegt werden. Doch wir glauben ihn hier noch übergehen zu müssen, da an einem andern Ort davon gehandelt werden mufs. Wie die projec-

(*) Ein Ueberlafsdeich (overlaat oder Duickeldam) ist um einige Fufs niedriger, als die daneben liegenden Deiche. An der inneren Seite ist ein solcher Ueberlafs mit einer sehr grofsen Dossirung versehen, über welche das Wasser hinströmt, wenn es eine gewisse Höhe im Flusse erreicht hat. *Ueberlafs* nennt man aber auch in Holland ein zwischen zwey Leitdämmen eingeschlossenes Terrain: worüber sich die hohen Ueberschwemmungen entlasten; wie z. B. der Baartwyksche-overlaat (Tab. 39.) Wenn die Ueberlafsdeiche nur sehr niedrig gelegt, oder von einem Material aufgeführt werden können, welches bey hoher Anschwellung fortgerissen wird, so setzen sich auf ihrer Krone fast allemal Eisschollen, die dann darüber mit dem gröfsten Ungestüm stürzen und den Ueberlafs zu destruiren suchen. Will man alsdann Deich- und Grundbrüche verhüten, so mufs unter dem Deichfufs der inneren Dossirung ein mit steinen beschwertes Faschinenbett aufgeführt seyn.

tirten Schleusen zeigen, so bezog sich der ganze Entwurf nur auf die Entlastung eines eisfreyen Stromes im Leck. Es scheint also, als wenn er die Uebel alle nicht aufheben konnte, welche die Provinz Holland doch gehoben wissen wollte: nämlich die Deichbrüche bey hohem Eisstrome. Werden diese Bemerkungen erwogen und weitere Folgerungen aus ihnen abgeleitet, so bleibt es unerklärbar, warum man nicht statt solcher Ableitungen des untern Stromes, die Ysselmündung und ihr gesammtes Bett bis zum Ausfluſs in die Südersee verbesserte, und es fähig machte, einen grossen Theil des obern Stromes abzuleiten.

Jetzt glaubte man also abermals, daſs *Ueberlasse* die sichersten Mittel abgeben würden, die hohen Gewässer abzuleiten, deſswegen projectirte der Burgermeister Barnevelt zu Gorckum, welcher mit Lulofs, um des Baartwyckschen Ueberlasses willen, sehr gespannt war, zwey andere. Der eine sollte von dem Niederrhein (Tab. 37) unter Heusden abgehen und nach der Waal unter Ochten hinziehen. Der Directeur der Festungen de Roy und die Landmesser Ketelaar und Rekel lieſsen 1754 die vor mir liegende Karte davon stechen. Der zweyte sollte (Tab. 36) von dem Leck bey Zoelmond ab bey Buuren vorbeygehen und sich in die Linge ergieſsen (*). Nach einem dritten Projecte wollte der Ingenieur Redelykheid den hohen Niederrhein bey der Grebbe (Tab. 37. und 42.) ab, in die Südersee leiten. Da dies nicht nur die Verbesserung des Lecks, sondern auch die der Waal bewirken sollte; so mag es schon hier stehen! Es war in Rücksicht des Locals kein neuer Gedanke: denn schon 1165 kömmt ein Edict bey Heda p. 181 u. s. f. vom Kaiser Friedrich vor, woraus man ersieht, daſs damals das hohe Wasser des Niederrheins von der Grebbe ab nach der Südersee hat geleitet werden sollen. Es kam auch 1714 zur Sprache (**), demungeachtet wurde es 1749 als eine ganz neue Idee mit viel Aufhebens vorgetragen. Man nahm dabey von der Grebbe bis zur Südersee ein Gefäll von zwanzig Schuh an, und die Kosten berechnete man zu *sechs Millionen* Gulden. Zwey Beweggründe riethen gleich auf dem ersten Moment von diesem Projecte ab: nämlich, die groſsen Kosten und dann die Wahrscheinlichkeit, daſs während einem Kriege der Leck abgezapft werden könnte; und daſs alsdann die Provinz Holland ihres vorzüglichen Schutzes, dessen sie vermittelst der künstlichen Inondationen fähig ist, beraubt werden würde, und endlich hätte man die Schifffahrt auf diesem Flusse verlieren können. Dem sey aber wie ihm wolle, so ist dieses von Redelykheid 1771 erneuerte Project, wegen der von ihm dazu erfundenen Schleusen, und anderntheils wegen der uns so nöthig scheinenden weitern Verbesserung der Ysselmündung, wichtig. Es enthält überdies ein lehrreiches Raisonnement.

Auch wollte der Projectgeber von der Waal eine Ableitung machen, und diesen Fluſs mit dem Leck in Communication bringen. Die Ableitung der Hochgewässer

(*) Barnevelts Rivierkundige waarnemingen. P. 88.

(**) Utrechtsche Plaacatboek. 2te Deel, p. 101.

des Leck-Flusses sollte, wie gesagt, bey der Grebbe anfangen, über die Veluve oberhalb Veendal gehen, dann unter Renswoude oberhalb Scherpenzele und bey Vienwekerk in die Südersee fallen. Die Hochgewässer der Waal hingegen sollten über das Land von Altona nach dem Biesbosch geführt werden. Die Communication zwischen der Waal und dem Leck sollte der Grebbe (Tab. 37.) gegenüber anfangen, über die Betuwe, zwischen der Ober- und Niederbetuwe, bis an den Waaldeich, zwischen Nymegen und Thiel, gehen. Diese Communication sollte in zwey hinreichend starken, und 20 bis 26 Ruthen weit aus einander liegenden Deichen bestehen, deren Höhe von der Krone der Leckdeiche bis zur Krone der Waaldeiche gehen muſs. Am Leck, so wie auch an der Waal, würden zwey von den neuen Schleusen gelegt, wovon eine jede 48 Fuſs breit seyn würde. Endlich sollten bey diesem Entwurfe die obern Mündungen der Flüsse gehörig besorgt werden. Aber aus folgenden Gründen meinte Redlykheyd sey nicht zu erwarten, daſs man hierdurch den Zweck, nämlich wenigere Gefahr für Durchbrüche und Ueberströmungen, erreichen werde. Er sagte sonderbar genug 1) „Die Wassermenge, welche der Oberrhein abführt, ist allen Menschen gänzlich unbekannt, und wird auch ewig unbekannt bleiben, und folglich ist an keine gute Vertheilung zu gedenken. 2) Noch viel weniger ist die Zeit bekannt, wann der Rhein anschwellen, und eine groſse Wassermenge herunter führen wird. 3) Es ist zuverläſsig, daſs die Fluſsbetten und ihre untere Mündungen von Zeit zu Zeit mehr verdorben werden, und also ausser Stand kommen müssen, das Wasser abzuführen. 4) Auch steht zu erwarten, daſs die ersten Busen und Segaten in dem Unvermögen, das Wasser abzuführen, zunehmen werden. 5) Selbst die beste Vertheilung der Fluſsäste kann nicht verhindern, daſs das Eis sich fest setzt. Noch viel weniger den Nachtheil abwenden, denn eine solche Eisstopfnng verursachen kann. 6) Eine gehörige Vertheilung ist ohne eine Ableitung äusserst beschwerlich, wenn nicht gar unmöglich, indem man nicht bloſs auf die obern Mündungen der Flüsse zu sehen hat, sondern die Flüsse in ihrer ganzen Länge dabey in Betracht kommen.“

„Wenn demnach von einer gehörigen Vertheilung des Stromes in die Waal, Yssel und Niederrhein lange nicht alles zu erwarten ist, sondern auch noch daneben die zuerst vorgeschlagenen Mittel ergriffen werden müssen; wobey alsdann noch folgende Vorkehrungen getroffen werden sollen: a) Gegen die Zeit, wenn im Winter Frost zu erwarten ist, muſs das Wasser zum *voraus* aus dem Leck und Rhein in die Südersee abgeleitet werden, um einen niedrigen Wasserstand in den Flüssen zu erzeugen. b) Eine gleiche Abzapfung sollte zuvor von der Waal nach dem Bergschen-Felde vorgenommen werden.“ Durch diese beyden Abzapfungen wollte Redelykheid die Flüsse den Winter über in ihren Ufern erhalten. „Man müſste dabey beobachten, ob viel Regen oder Schnee fällt, und ob es in den obern oder untern Flüssen stark friert, um darnach seine Maaſsregeln nehmen zu können. c) Sollte von Zeit zu Zeit mit diesen Ableitungen gewechselt werden, indem bald die nach der Südersee, bald die nach

dem Bergschen Felde geöffnet würde, um sowohl auf diese Weise als mittelst der Communication zwischen Thiel und Nymegen, das Wasser beständig in Bewegung zu erhalten, und so viel als möglich, das Festsetzen des Eises zu verhindern.

Hierdurch meinte der Projectgeber viel weniger Eis in den Flüssen zu erhalten, und die Eisstopfungen merklich zu vermindern.

Zum Beschlufse dieses mufs ich noch erinnern, dafs einige der holländischen Ingenieurs immer auf die schädlichen Seitenableitungen der Hochgewässer zurück kamen. So hat zum Beyspiel der Landmesser Zilissen im Jahre 1789 in den Verhandelingen van het Bataafsch-Genootschap der proefonder-vindelyke wysbegeerte te Rotterdam IX. Deel. S. 110 bis 152, den Vorschlag gemacht: den hohen Leck und die Waal, mittelst sieben Ueberlässe, in die Betouwe und die Linge, so wie in den Thielerwaard zu führen. Der erste sollte in dem linkseitigen Deiche des Pannerdenschen-Canals nicht weit von da, wo die Linge entspringt, kommen (T. 27). Der zweyte in den rechtseitigen Waaldeich, wo die perpendiculaire Kribbe IV. liegt. Etwas oberhalb Lent sollte der dritte eingeschnitten werden. Den vierten wollte er zwischen der Schanze Knodsenburg und dem Ort Oosterhout legen. Oberhalb Hien (Tab. 28.) sollte der fünfte, oberhalb Ochten der sechste im Deiche eingeschnitten werden. In den Tielerwaard oberhalb Varrick, wollte Zillisen mit dem siebenten Ueberlafs die Inondation abzapfen; die Wege von Nymegen nach Arnheim und von Ochten nach dem Niederrhein aber erhöhen, und die Linge-Deiche hie und da weiter auseinander legen.

§. 270. Die Staaten der Provinz Holland sahen indessen die *Unzweckmässigkeit* solcher Seitenableitungen ein, welche ich in der Folge näher begründen werde, und glaubten in der Erhöhung und Verstärkung der Norder-Leckdeiche, zwischen Amerongen und Ysseldamm, einen Schutz gegen Ueberschwemmungen suchen zu müssen. Bereits vorher waren diese Deiche mit einer kleinen Kade oder mit einem so genannten Sandpfade zwey Fufs erhöhet worden. Es wurde sonach dem Landmesser Bolstra und dem Deich- und Kribbenmeister Koelewyn die Inspection über die benannte Deichstrecke aufgetragen, die hierauf den 6. Jan. 1762 folgenden Rapport abstatteten. Sie sagten darin: a) „Wenn der Deich von Wyk by Duurstede bis zum Ysseldamm verstärkt werden soll, so müssen die vor Alters zu der Deicherde ausgegrabenen Ländereyen, die zu nahe an dem Fufse des Deiches liegen, zuerst ausgefüllt und als Deichfufs angehöht werden. b) Wird aus den Localuntersuchungen das Mittel genommen, so ist die Krone des Deiches mit dem dazu gehörigen Sandpfade, da wo noch Vorland ist, 24 Rheinländische Fufs; bey Schaardeichen aber 32 Fufs breit. (T. 52. Fig. 2.). Die äussere sowohl als die innere Dossirung ist kaum Einen Fufs auf einen Fufs Höhe, ausser an gefährlichen Stellen, wo er durch eine gröfsere Binnendossirung und durch einen bessern Deichfufs verstärkt ist. Der Sandpfad ist unten 6′ und oben 3′ breit und 18 Zoll über die sonstige Krone des Deichs (Ryweg)

erhöht; leistet bey hohem Wasser nicht den geringsten Vortheil, weil die Deichbrüche durch das Niederschiefsen der Deiche binnenwärts entstehen (*). c) Nach der projectirten Verstärkung sollten die Deiche 2 Fufs über das höchste Wasser von 1751 kommen, welches ungefähr mit der Höhe des Sandpfades übereinkömmt. Die äussere Höhe von der Berme oder dem Deichfufse bis zu der neuen Krone, würde demnach von 15 bis zu 10 Fufs, also im Mittel ungefähr 12 Fufs seyn. Die innere Höhe würde von 17 bis zu 8, im Mittel $14\frac{1}{2}$ Fufs betragen. Wo aber der breiter zu machende Deichfufs noch bis in die ausgegrabenen Ländereyen fällt, wird diese Höhe sich zu 16 Fufs annehmen lassen. d) Die Krone des Deiches soll nach dem Projecte wieder 24′, an gefährlichen Schaar- und Sinkdeichen 30′ Breite erhalten, und ist die Verstärkung aus Fig. 1 und 2 T. 52 zu ersehen, wo zwey verticale Queerschnitte des alten sowohl, als auch des projectirtirten Deiches vorgestellt sind.

§. 271. Ich kehre jetzt zu den Verbesserungen des *Waalflusses*, die ich S. 356 verlassen habe, zurück. Dabey mufs zuerst des bey Bommel fast immer entstehenden Eisdammes erwähnt werden, weil derselbe die wesentlichste Ursache der Hochgewässer ist. Er war vorzüglich im Winter 1795 nicht nur für die Waaldeiche äusserst gefahrbringend, sondern auch für die an der Ober-Maas (**). Indem er den Abzug der Waal verhinderte, stauete er ihr Eis und Wasser durch den Canal bey St. Andries (Tab. 29), und durch das Voorensche Gat (Tab. 28). Der letztere Canal ist sammt einem dritten i unter dem gewesenen Fort *Nassau* odert Fort *Voorn* im Jahre 1734 zugedämmt, damit die schädliche Wasser-Communication der Waal mit der Maas, bis auf eine gewisse Wasserhöhe gehemmt würde. Durch diese Wege strömte 1795 der hohe Eisgang der Waal in die Maas hinein. Als sich beyde Eisgänge so vereinigt hatten, lief die Maas zur ausserordentlichen Höhe an. Dies war auch nicht das erste Mahl, dafs der Waaleisgang durch das Voorensche Gat und den Canal von St. Andries in die Maas einströmte. Schon Barneveld in seinen Rivierkundigen Waarnemingen sagt S. 93: „Die Einwohner von St. Andries, Rossum und Driel (Tab. 39) bezeugen die Gewalt, womit das Wasser aus der Waal über die Grundstücke von Rossum *in* die Maas gefallen ist, und dafs es weiter abwärts, selbst nach dem Baartwykschen Ueberlasse (***) gemeinschaftlich mit der Maas strömte, also die linkseitige Maasdeiche zerrifs! Alles dies geschah auch im Febr. 1795. Ferner ist es bekannt, dafs am 26. Jan. 1781 der Stromzug aus der Waal in die Maas so stark war, dafs selbst die Contrescarpe des Forts St. Andries einstürzte. Ja, es wurde die Maas von der Waal dergestalt aufgeschwellt, dafs der rechtseitige Maasdeich bey Battenberg überlief und durch-

(*) Es ist oben gezeigt worden: dafs der Sandpfad von grofsem Nutzen gewesen ist.

(**) *Obere-Maas* nenne ich die Maas oberhalb der Merwede. Ich finde auch, dafs man ihr diese Benennung in Holland zum Unterschiede der Alten- und Neuen-Maas gibt.

(***) Dieses zur Ableitung der Hochgewässer mit zwey Leitdämmen zu beyden Seiten begrenzte Terrain, welches den Baartwykschen Ueberlafs bildet, liegt südlich Heusden (Tab. 39).

brach. Auch die linkseitigen Deiche bey Overlangel und Oyen zerrissen. Diese Retardation des Abflusses der Waal war wieder durch eine Eisstopfung bey Bommel bewirkt worden, und die Waal stand bey Nymegen 22 Fuſs 9 Zoll. Die Maas bey Grave 17 Fuſs, an den Pegeln. Bey *offenem Strom*, wenn bey Bommel kein Eisgang den Abfluſs des Wassers hemmt, ergieſst sich aber die Maas in die Waal, durch den Canal bey St. Andries. Beyde Flüsse stehen im Niveau, wenn der Pegel zu Nymegen 8½ Zoll höher als der zu Grave zeigt. Sobald aber die Maas am Graver-Pegel höher um 8½ Zoll steht, als am Nymeger; so läuft die Maas in die Waal, und umgekehrt die Waal in die Maas, wenn der Pegel zu Nymegen höher als 8½ Zoll über den zu Grave zeigt. Wohl zu verstehen bey *offenem Strom*, *wo doch jeder dieser zwo Flüsse für sich, ohne Nachtheil der Deiche, sein Wasser abführen kann.*

Da der Damm bey Heerwaarden (Tab. 28), ungefähr auf 14′ 8″ Nymeger und auf 15′ 9″ Graver-Pegel liegt, so wird er von der Waal überströmt, wenn sie bey dieser Wasserhöhe höher als die Maas steht, und umgekehrt ist es der Fall mit der Maas. So überströmte diesen Deich die Maas im Januar 1772, während ihre Höhe 17′ bis 18′ 6″, und die Höhe der Waal 15′ bis 16′ 2″ war. Im folgenden Monate stand die Maas 16′ 4″, die Waal 14′ 3″.

Bey Eisgängen, wo es gerade nützlich wäre, daſs die Waal von der Maas einen Theil des Eisstromes aufnähme, weil dieses Flusses Deiche niedriger liegen, und dessen Deichweiten engere Profile, als die an der Waal haben, tritt leider gerade der umgekehrte Fall ein. Die Waal steht, während hohem Eisgange bey St. Andries jedesmal höher als die Maas. Also zieht der Eisstrom aus jenem Flusse in diesen ein; deswegen kann es nicht fehlen, daſs die Existenz der Eisstopfung bey Bommel verlängert, und die Maas zu einer für ihre Deiche verderblichen Höhe angeschwellt wird.

Die gefährlichsten Eisdämme der Waal sind folgende. 1) Ist es der Eisdamm bey Bommel; 2) diejenigen Eisdämme, welche sich oberhalb des Separationswerkes oder der Stromscheidung (Tab. 27) in der Oberwaal setzen. Diese Eisdämme bringen nun nicht allein für die Waal, sondern auch für die Maas, ja, für den Niederrhein und sogar für den Leck, die schlimmsten Folgen hervor. Ereignen sich nämlich Eisstopfungen in diesem oder jenem Flusse, so kann man auf gar kein bestimmtes Verhältniſs der Wasserhöhen dieser Flüsse hinausrechnen. Alle Vorsichtsmaaſsregeln, die wegen der Vertheilung des Wassers und den Deichhöhen angewendet werden, sind also bey weitem nicht hinreichend, die Deichbrüche und Inondationen zu verhindern, wenn man die Fluſsbetten nicht dergestalt verbessert, daſs sich darin schädliche Eisdämme nicht festsetzen können. Alle Hauptverbesserungen, welche wir in unserm kalten Clima mit den Flüssen vornehmen, müssen schlechterdings dahin gerichtet seyn, den Abgang des Eisstromes zu beschleunigen, das ist, dem Bette die schädlichen Serpentinen, seine Untiefen, die des Stromes Abfluſs hemmen, zu nehmen, und daher das Fluſsbett zu vertiefen suchen.

Welche veränderungen übrigens die Eisdämme in dem stand der wasserhöhen, bey der waal und dem Niederrhein bewirken, diefs wollen wir kürzlich in einigen wenigen Beyspielen zeigen. So stand z. B. am 29. Febr. 1784 die waal bey Nymegen 4 Fufs 3 zoll höher als der Niederrhein bey Arnheim, weil sich in diesem Flusse der Eisgang *oberhalb* Arnheim bey Peppelgra (T. 14) setzte, als sich in der waal das Eis noch fortwälzte Es wurde demnach der Eisstrom in die waal geschwellt. Ein andermal, im Januar 1785, stand der Niederrhein bey Arnheim 17½″ höher als die waal, weil er *unter* Arnheim mit Eis bedeckt war; sein wasser also noch aufschwellte, als schon die waal einen starken Eisstrom hatte. Im März 1784 lief die waal 123 zoll höher als der Rhein an, da die Deiche bey Millingen und Düffelt zerrissen waren (Tab. 27). Am 1. Dec. 1786 stand die waal deswegen 113 zoll höher als der Rhein, weil dieser sich *oberhalb* völlig mit Eis zugesetzt hatte, also das wasser in seinem Bette nicht abfliefsen konnte. Hieraus geht also die unbedingte Nothwendigkeit hervor, dis Eisdämme auf alle nur erdenkliche Art zu entfernen, und dafs jedes andere Mittel, welches diesem zwecke nicht entspricht, verwerflich ist.

Aber nicht allein die oben angeführten Eisdämme sind es, welche den Eisstrom dergestalt anschwellen, dafs er über die Deiche stürzt, sondern es setzen sich auch Eisdämme 1) unterhalb der stromscheidung der waal vom Rhein, 2) bey Nymegen, 3) gegen das Dorf Loewen (Tab. 27, ferner 4) bey ochten und 5) oberhalb Thiel und Drummel (Tab. 28). Die ursache des ersten Eisdammes ist die grofse serpentine vor dem Millinger waard, die Anlage der Dämme in ihren Bug hinein (T. 27) siehe §. 64, die perpendiculaire Kribbe IV. (auf T. 23 mit A B bezeichnet), endlich die serpentine zwischen Gent und Erleckom. Diesen Eisdamm würde ich auf folgende weise zu verhindern suchen: a) Bey der Kribbe IV. würde ich so verfahren, wie es bereits im §. 260. gezeigt ist. b) Vor Hulhausen über das Bootwaard einen Durchstich anlegen, um die Geschwindigkeit des Eisstromes zu vermehren, und endlich würde ich den auf dem Millinger waard liegenden sommerdamm abkürzen. Den zweyten Eisdamm, d. i. den bey Nymegen, würde ich durch die Einkürzung der in die waal oberhalb Altena hineingelegten Bauwerke, welche das Flufsbett bis auf 70 Ruthen einengen, zu entfernen suchen. Ich würde nämlich die Profilbreiten der waal von Nymegen bis Thiel in den ziemlich geraden Flufsbezirken nicht über 1080 schmälern, weil die Profilweite der waal bey der stromscheidung 1200′ beträgt. In dem Flufsbezirke von Nymegen an bis gegen wolfern sollte man also keine Kribbe dulden, sondern das ufer nur durch Bleswerke beschützen, und die Bahn auf diese weise zu 1080 Fufs Breite reguliren. Die vielen in den Flufs hineinliegenden Kribben verursachen nur widerströme, folglich verminderung der Geschwindigkeit von den Eismassen; indem sich ferner auf ihre Krone oder äussere Böschung das Eis ansetzt, so sind sie eine mitwirkende ursache zu den Eisdämmen. Die hier von diesen werken verursachten widerströme erkennt der Leser in Fig. 10. Tab. 49, worin ich diejenigen bezeichnet

habe, welche ich im september 1795 bey der dem Dorfe Loewen gegenüberliegenden Kribbe Nro. XIII. (Tab. 27.) beobachtete. Bey Nymegen sind es die Inseln, die oberhalb der stadt liegen, welche die stromrinne senkrecht auf das werft oder den Kay, das so oft beschädigt wird, anleiten, und die also auch die ursache des jenseitigen Anwachses abgeben. Es dürfte sonach die Enklavirung 5, womit die Inseln zusammen gehangen sind, zu zerstören und ein schöpfwerk an der obern Inselspitze aufzuführen seyn, welches in diesen Arm 5. einen gröſsern strom führen müſste; wo alsdann der Hauptstrom, in seinem anfallenden vermögen auf das werft, etwas geschwächt werden würde. Zu dem nämlichen Endzwecke wäre der sommerdamm E, der auf dem Buiten - ooy liegt, auf hundert Ruthen einzukürzen. Diese Anstalten würden zugleich die untiefe 7. unter der Knodsenburg, abflächen, indem sie die stromrinne der Mitte des Bettes näher bringen, zumal wenn man die kurzen declinanten Kribben bis zwischen Nymegen und weurth hin, mit Fangkribben versähe, und sie auf diese weise fähig machte: 1) Vorland aufzuschicken, 2) bey hohem strome und Eisgange die vertiefung und Neigung des Bettes zu befördern. Weiter abwärts (Tab. 28.) würde ich die roth illuminirten werke anlegen, um dem strom ein regelmäſsiges Bett zu geben. In dieser Hinsicht sollte man alle oberhalb Thiel von Nro. 9. und 10. bis 6. und 8. liegenden Kribben wegbrechen oder vom Eise ablaufen lassen, nämlich auf die Profilweite von 1080 schuh; vor beyde ufer aber Bleswerke anlegen. Unterhalb Thiel sollte die uferecke Nro. 14. auf 20 Ruthen Breite abgegraben werden, um dem strom eine regelmäſsige Bahn zu geben. Was kann der wasserbaukundige aber von der Behandlung des strombezirkes zwischen Drummel und varrick sagen? (Tab. 28.) Ja! zwischen dem werke 19. und dem linkseitigen ufer hat man den strom auf 600 schuh eingeengt; da hingegen seine Breite zwischen dem werke 22. und dem Drummeler - Deich auf 2520′ gelassen ist. Durch das erstere werk entsteht also ein gehemmter Abfluſs, nämlich in der weiten Bahn eine Aufstauung, und in der engen eine vertiefung. Hiezu kömmt noch, daſs der strom hinter dem Kopf a des werkes 19. widerströme verursacht, sich dann in den alten Arm d g wirft, folglich den Anfall des stromes auf die sandbank 20. verringert, wiewohl man mittelst des werkes 19. diese sandbank hat forttreiben wollen. Als ich im Jahre 1795 dieses Local untersuchte, fand ich diesen nachtheiligen zustand des Fluſsbettes, den man mit den von mir angegebenen, und auf der Karte roth illuminirten werken verbessern wird, wenn man die Kribbe 19. von b. nach a. abbricht, und auf diese weise dem strom eine Profilweite von 1080 schuhen giebt, und das linkseitige ufer zwischen varick und Herwaarden bis auf diese weite vom strome abbrechen läſst. So werden also Eisgänge vermindert; indem man den strom mit den vorgeschlagenen werken eine regelmäſsige Bahn gibt. Diese correction muſs auch den so oft erfolgten Durchbruch der waal in die Maas durch das voorensche - Gat verhindern, und indem sie den strom auf die bey varick liegenden

untiefen anleiten, so werden sie das Bett vertiefen, folglich wird sich die Oberfläche des Stromes senken; und dessen Angriff auf den Varickschen Deich geschwächt werden.

Ich will bey der Waal noch zweyer nützlichen Verbesserungen, die man bewerkstelliget hat, erwähnen, ehe ich auf eine andere sehr wichtige, noch auszuführende, Correction komme, die sowohl die Verbesserung der Waal als der Maas bewirken wird. Die erste bereits aufgeführte Verbesserung besteht in der Durchgrabung der Serpentine von Herwen oberhalb Bommel (Tab. 29.) die man vor 1640 daselbst veranstaltete, wo die Sandbank a b liegt. Eine Flufscorrection, wodurch nicht sowohl der Angriff des Stromes auf die rechtseitigen und linkseitigen Waaldeiche verhindert ist, sondern die auch die Eisdämme bey Bommel gänzlich entfernen würde, wenn man den weiter unten vorkommenden sich sowohl auf die Waal als Maas beziehenden Verbesserungsentwurf, ausführte. Die zweyte bewirkte Flufscorrection (Tab. 29.) unweit Bommel, ist von dem verewigten Brunings. Da der mit hohen Eisgängen gepaarte Waalstrom einen Abflufs in die Maas, sowohl bey dem Fort St. Andries als oberhalb durch das Voornsche Gat hat, und derselbe durch die Kenterung (wo die Fluth umrollt) der Fluth und Ebbe zwischen Bommel und Gorckum sehr geschwächt wird; so konnte der Eisgang fast niemals auf das Bett vor Bommel wirksam seyn, und die Erhöhung, welche sich hier anlegte, die anfänglich gröfstentheils eine Folge von dem Austritte des Eisstromes aus der Waal in die Maas gewesen war, wurde nun eine mitwirkende Ursache zur Verstärkung dieses Austrittes; indem sie den Abflufs des Stromes hemmte und stets bey Bommel einen Eisdamm erzeugte. So gewann nun endlich der Flufs längs Bommel, eine für die Schifffahrt nachtheilige Seichtigkeit. Der Bommeler Magistrat (so glaube ich gehört zu haben) zog demnach einen stromkundigen zu Rathe, dessen Namen mir unbekannt geblieben ist. Dieser schlug vor: an dem linkseitigen Ufer, in der Gegend von *b*, einige Kribben anzulegen, welche den Strom erst nach den Wardenburger Waarden und dann wieder, bricollirend, nach Bommel hinüber werfen sollten. Zeigte aber nicht schon die Untiefe vor Bommel, welche mit der Sandanlage *a b* zugleich emporgestiegen war, dafs solche Bauwerke schlechterdings dem Endzwecke nicht entsprechen konnten, wenn man auch von der imaginirten Wirkung, die so bricolweise gedacht wurde, abstrahirte? Brunings folgte defswegen einem Wege, der jenem Projecte entgegen läuft. Er liefs die Kribben 3 4. 5. 6. 7. 8. anlegen; engte den ganzen fehlerhaften Flufsbezirk ein; leitete den Stromstrich mehr auf des Bettes Mitte; vertiefte so das Bett und gab dem Flusse selbst eine regelmäfsige Bahn. Und so ist denn der Strom wieder bey jedem Wasserstande fahrbar. Kurz die gesammten Werke haben vollkommen den beabsichtigten Zweck erreicht. Wenn man überdiefs die geringe Geschwindigkeit und die Menge Materiales, die der Strom führt, in Erwägung zieht, so darf man wohl die gegründete Hofnung hegen: dafs diese sämmtlichen Bauwerke, mit Hülfe künstlicher Anpflanzungen, auch ohne Fangkribben, Verlandung erzeugen werden. Die Folgen dieser Correction müssen darin beste-

hen, daſs im Verhältniſs das Bett längs Bommel tiefer ward, muſs auf die Geschwindigkeit des Stromes und der Eisgänge befördert und das Eintreten der hohen Waal in die Maas, geschwächt werden. Der Eisstopfungen werden sich demnach in Zukunft wenigere ereignen. Nach Maaſsgabe aber die Geschwindigkeit des Stromes, wegen des, durch das Tieferwerden des Bettes verursachten gröſseren Abhangs, zunimmt, muſs sich die Gefahr für die Deiche, für die Ufer vermindern. Das ist, die Waal wird, bey gleicher Wassermenge, die sie aus dem unvertheilten Rhein erhält, in der Zukunft nicht mehr so hoch als ehemals anschwellen.

Nach dieser Ausschweifung kehre ich auf die bey der Waal noch zu bewerkstelligenden Fluſs - Correctionen zurück, und bemerke: daſs, wenn gleich der Abschluſs des Waalstromes von der Maas bey St. Andries (Tab. 29. und 30.) zu der Correction der Waal selbst gehört, indem dadurch die schnellere und sichere Erreichung aller derjenigen Zwecke, welche so eben nahmhaft gemacht worden sind, erlangt werden kann, so muſs der Vorschlag, welcher diese *Abschlieſsung* darstellt, dennoch so lange zurückgesetzt werden, bis es die Ordnung gebiethet: von dem hydrotechnischen Zustande der Maas zu sprechen, und zwar deſswegen, weil sie mit einem Durchstiche, welcher in der Maas angebracht werden muſs, aufs innigste zusammenhängt. Wir bleiben also fürs erste lediglich bey der Waal stehen. Insofern die hervorspringende Ecke des nördlichen Waalufers unter dem Dorfe Haaften (Tab. 29.) schon an und für sich selbst, zur Vergröſserung der Sandbank *f g* beyträgt; so wäre, die vor dieses Ufer liegende Kribbe, auszureissen. Ein gleiches Schicksal möge das Werk *h* unter Zuylichem, weil es das Profil verengt, treffen. Um das concave Ufer zwischen Brakel und Löewestein auszufüllen; den Strom lebhafter auf die in der Waal gegen Löewestein liegende Untiefe, welche die Geschwindigkeit retardirt, zu lenken: würde ich von dem südlichen Ufer ab, gegen dem Kastel eine perpendiculaire Kribbe bis auf den höchsten Rücken der Untiefe *o* legen, und so die Stromrinne in die Mitte des Bettes zu versetzen suchen, damit des Eisstromes Geschwindigkeit beschleunigt werde.

Wenn auf diese Weise das Bett regelmäſsig vertieft wäre, dann könnte ein Sommerdamm oberhalb Bommel anfangen, da wo das Dammstück von dem Banndeiche abgeht beginnen und je nachdem die *Altewaal* (oude Waal) zugeschlickt wäre, könnte er, in gerader Linie nach der Kirche in Herwen, aufgekarrt und wieder mit dem Banndeiche verbunden werden. Er würde dem hohen Strome längs Bommel eine bessere Richtung geben und dessen Geschwindigkeit, mithin sein Vermögen das Bett zu vertiefen, verstärken; endlich würde er dem Hauptdeiche, längs der Altenwaal liegend, Schutz gewähren.

§. 272. Die Verbesserung des Maas - Flusses von Grave bis zur Ausmündung derselben bey Loewestein (Tab. 28. 29. 30. und 33.) ist nicht nur für die Maas -, sondern auch für die Waalgegenden von der gröſsten Wichtigkeit.

Die Hochgewässer der Maas hat man über einen niedrigen Deich (*), welcher oberhalb Grave bey dem Dorfe Kuyck (Tab. 33.) auf 16′ 4″ Graver-Pegel liegt, und den man die *Beerse-Maas* oder besser den *huyckschen-overlaat* nennt, abzuleiten gesucht. Das darüber strömende Wasser ergiefst sich zwischen groot Landen und Gassel, Grave und Elst T. 33., Osch und Roosmaalen, von Lint längs Vlymen und oberhalb Engelen, gegen den hohen Sanddünen van Lopop Zand und gegen den *Melckdeich* (Tab. 39.) von dem es aufgehalten ward. Oberhalb ergofs sich diese Inondation bey Vergerend in die Maas. Um nun, zum Vortheil aller der Gegenden von Maasland und insbesondere für Herzogenbusch, die Inondation durch einen schnellern Abflufs zu erniedrigen, der Maas und Meerwede das über dem Kuyckschen Ueberlafs strömende Wasser zu entziehen, schlug *Bastingius* im Jahr 1658 vor: diese Ueberschwemmung seitwärsts Herzogenbuch, durch den Meerdeich, längs Sprong, auf die 'sGravenmoersche Lande und von dannen in den Biesbosch T. 39 zu leiten. *Barneveld*, Bürgermeister zu Gorckum, der ein achtungswürdiger Patriot war, erkannte die Nützlichkeit einer solchen Ableitung. Er wählte (1764) für sie einen kürzeren Weg nach dem Biesbosch, indem er einen Ueberlafs in dem Meerdyck, unweit dem Dorfe Baartwyck vorschlug. Diesem Project traten der Ingenieur Obrist Lieut. de Roy und der General-Controlleur der Fortificationen Pierlink bey. Man schritt zu dessen Ausführung. Es wurde der Meerdeich zwischen A und B (Tab. 39) auf eine Länge von 165 Ruthen, so wie der Baartwycksche Deich zwischen C und D dem Erdboden gleich abgetragen, als die beyden Leitdeiche A C und B D, welche die Inondation von den dahinter liegenden Landen abhalten, aufgeführt waren. Der Fall des Terrains zwischen denselben beträgt etwas über 7′; nach andern 7′ 10″. Ungeachtet dieses grofsen Abhangs haben sich doch in der obern Mündung dieses Ueberlasses mehrmal beträchtliche Eisstopfungen ereignet.

§. 273. Ich mufs hier noch eines Projects gedenken, wodurch man im Jahre 1744, der Maas unter Heusden noch mehr aber der Merwede das hohe Maaswasser entziehen wollte. Es sollte nämlich bey Hedickhuysen (Tab. 39) ein Ueberlafs in den hohen Maasdeich eingeschnitten werden. Die Inondation sollte alsdann längs Heusden, Drongelaar und so in den Biesbocsh fliefsen. Die Gefahr, bey einem Durchbruch des Ueberlasses, wenn die Waal mit der Maas sich vereinigte und nach Herzogenbusch sich ergöfse, hat dieses Project gleich mit grofsem Recht verworfen.

§. 274. So nützlich auch der Baartwycksche Ueberlafs bey einem eisfreyen Strom seyn mag, so kann derselbe doch nicht die Eisstopfung in der Maas, so wie eine nachtheilige Vereinigung der Hochgewässer und Eismassen von der Waal mit denen der Maas bey dem Fort St. Andries (Tab. 29) verhindern, und wir müssen daher hier eine Verbesserung wünschen, von welcher ich jetzt näher handeln will.

(*) Die Maasdeiche bey Grave liegen auf 20 Fufs; die bey Battenberg und Nistrak auf 18 Fufs 10 Zoll Graver Pegel.

Die Untersuchungen, welche man über das Steigen und Fallen dieses Flusses in den Nymeger Aantekeningen anstellt, geben folgende Resultate: 1) Die Maas erreicht schneller als die Waal den hydraulischen Beharrungsstand, und fliefst stäter und länger mit demselben. Jene hat also eine gröfsere Geschwindigkeit, als diese. 2) Das Eis bricht fast immer früher bey ihr, als in der Waal. 3) Bey hohem Eisstrome empfängt die Maas, durch die Communication bey St. Andries und dem Voornschen-Gat, aus der Waal, einen beträchtlichen Eisstrom, welcher von denjenigen Eisstopfungen, die sich bey Bommel und Varrik ereignen, entsteht. Dieser retardirt nicht nur die Maas in ihrem Abflusse, sondern er überladet sie auch zum Verderben ihrer Deiche.

Die Beziehung, in welcher die Eisströme der Waal und Maas stehen, brachte oft die verderblichsten Folgen für die Maasdeiche hervor. So war es am 11ten Febr., 1795, als der Eisstrom der Waal durch den Canal bey St. Andries strömte und den Deich des Voorenschen-Gats so wie den Deich oberhalb der Alphenschen Schleuse (Tab. 29) zerrifs; ja, vereinigt mit dem Eisstrome der Maas zerstörte er die Maasdeiche, strömte so über die Lande von Heusden und Crevecoeur dem Baartwykschen-Ueberlasse; der Haagortschen Kade (T. 39 und 34) zu. Selbst über den Seedeich bey Drongelen stürzte er sich. In diesem ganzen Districte standen die Eisschollen gleich Felsen, und die Inondation stieg zur ungewöhnlichen Höhe. Endlich setzte sich die Mündung des Baartwyschen-Ueberlasses, in der noch ein Theil des Wehrdeiches zur militärischen Inondation dienend, lag, mit einem Eisdamme zu. Jetzt mufste der Eisstrom dem Bette der Maas folgen; er entlastete sich auch mit reissender Geschwindigkeit bey Woudrichem in die Merwede. Indessen konnte die Maas diesen Eisstrom der Waal, welcher sich in sie hineingeworfen hatte, nicht fassen; und am 10ten erreichte die alte Maas bey Heusden die fürchterliche Höhe von 19½ Fufs am dortigen Pegel. Dieser hohe Strom ward dem sandigen Maasdeiche unter Vlymen und Hedikhuysen noch gefährlicher, als ihn ein heftiger Nordostwind dagegen anwoogte. Der starke Wellenschlag ruinirte nicht nur die Deichkappe, sondern er und das überströmende Wasser zerrifs am 18. auf den 19. bey Vergenend den Deich bis in die Tiefe seines Fufses. Auch der bereits zugedichtete Deicheinschnitt unter Ryswyk brach wieder durch. So ward also das Land von Altena, Heusden und Dussen inondirt, da der Pruymendeich, nicht weit von Heusden (T. 39), zerrissen war. Nur Eis- und Wasserfelder sah man. Die schäumende Wooge, schnell vom Froste erstarrt, drohte nicht mehr Verderben, welches aber des Eisstromes zermalmende Kraft gebar. Alle Communication unter den nahegelegenen Orten, jede nachbarliche Hülfe war abgeschnitten; jeder dachte nur auf seine Rettung! Ein Theil dieser Ueberströmung entlastete sich, nachdem er das Land von Altena unter Wasser gesetzt hatte, sonderbar genug! in die Merwede und zwar durch die militärische Coupure bey dem Dorfe Sleuwyck, welche schon zugedämmt war, die aber wieder durchbrach.

Nachdem nun die grofsen Nachtheile gezeigt worden sind, welche die Eisdämme und die Vereinigung der Waal mit der Maas hervorbringen; so wird es nicht undienlich seyn, von denjenigen Maafsregeln zu sprechen, die zur Verminderung des Uebels beytragen können.

Wenn der serpentinöse Lauf der Maas Eisstopfungen erzeugt und des Stromes Geschwindigkeit retardirt, so dürfte es nöthig seyn, die in dieser Hinsicht schädlichsten Krümmungen durchzugraben. In den ersten derselben liegt Maasbommel. Deren Durchstich würde in B H G C D G A (T. 29) und in den Leitdeichen F E und I K bestehen. Bey A wäre noch ein Schöpfwerk vielleicht eine Zukribbung nöthig, welches der Erfolg zeigen würde. Der zweyte Durchstich schnitte die Serpentine unter Alfen ab. Er ist nur 150 Ruthen lang, wird nicht beträchtliche Kosten machen. Eines guten Erfolges ist man dabey wohl sicher.

Kostbarer als diese zwo würde der dritte Durchstich unter Marem (Tab. 29) seyn. Das Terrain, welches roth illuminirt ist wäre auszugraben. Bey c b; e f kämen Zukribbungen. Der Deich bey St. Andries würde, an der Waalseite, mit der Heerwaardischen Bedeichung zusammen verbunden. Und diese Deiche erhielten die Höhe der Waaldeiche. Von dem Deiche an, der von St. Andries abläuft, wäre ein anderer Deich von p nach v w aufzuführen. Er schlösse sich an den Maasdeich unter Alem. Auf dem linken Ufer wäre von der Maremer-Mühle an bis Witt ein neuer Maasdeich anzulegen. Hätte der Strom sein neues Bett erweitert, so ist längs dessen rechtseitiges Ufer ein Bleswerk aufzuführen. Fände man es zweckmäfsig, die Waal gänzlich von der Maas abzuschliefsen, so können in dem jetzigen Bette des letztern Flusses unter St. Andries bey u und unter Driel von n nach m Zukribbungen aufgeführt werden. Dafs übrigens bey diesem Projecte, selbst die Beybehaltung der Communication zwischen der Waal und Maas nicht schwierig seyn könne; diefs zeigen die Linien t s und q e, nach denen man den Vereinigungscanal, der mit einer Schleuse zu verschliefsen wäre, ausgraben könnte. Alsdann müfste aber der rechtseitige Damm v p wegbleiben, von u nach u und von u nach dem Deiche vor Rossum wäre jedoch ein Damm aufzuführen. Auf diese Weise würde die Maas nur seitwärts mit der Waal eine Communication erhalten. Sonach bliebe die Wasserstrasse von einem Flusse zum andern für Schiffe offen.

Ehe indessen diese drey Durchstiche oder einer derselben begonnen würde, müfste die Maasmündung zwischen Woudrichem und Loewenstein (T. 30) vermittelst Abstechung des kleinen vor dem rechtseitigen Ufer liegenden Polders erweitert werden. Ferner wäre die Insel zwischen Giesen nnd Monnikeland, so viel als thunlich, abzugraben. So sehr ich auch überzeugt bin, dafs diesen Vorschlägen noch diejenige Reife fehlt, welche ihnen von andern, nach vorausgegangenen hydrometrischen Untersuchungen, gegeben werden kann; so scheint es doch, dafs aus diesem Raisonnement ein reeller Nutzen entspringen könne und werde, wenn es verbessert und weiter ausgeführt würde.

Diesem Vorschlage werden aber diejenigen nicht beystimmen, welche behaupten: daſs man im obern Theil der Flüsse die beweglichen Sande und Inseln ruhig liegen lassen müsse, damit sie den untern nur nicht ausfüllen, nicht erhöhen. Daſs diese Besorgniſs nicht Stich hält, zeigen schon die Abnahmen der concaven Ufer und das Abreiben oder Auflösen des Fluſsmateriales. Jene geben dem Strome Material, das er den untern Fluſsregionen zubringt, und dieses verkleinert ein solches Material wieder, so daſs die vermehrte Geschwindigkeit, vermittelst der geraden Leitung des Flusses hervorgebracht, noch weit weniger Material im Bette liegen lassen wird, als der krummlaufende schwächere Strom nothwendig absetzen muſs. Auch spricht der glückliche Erfolg von der bey Herwen, oberhalb Bommel in der Waal bewirkten Durchgrabung, wiewohl in diesen Fluſsbezirk die Fluth eintritt. Endlich muſs erwogen werden, daſs die Ober-Maas bey Grave in ihrer regulären Bahn nur 40 Ruthen zur Breite hat, und daſs man also auf diese Weite auch die Durchstiche gröſstentheils wird ausheben können, um damit die Seitendämme aufzuführen, daſs daher dem Strome wenig Material fortzuführen übrig bleibt. Bey allem dem wird es aber nöthig seyn: die Correctionsarbeiten an einem und demselben Flusse in solcher Ordnung vorzunehmen, nach welcher in dem untern Theile zuerst die Profile dergestalt erweitert, oder auch vertieft werden, so daſs das Material des obern-Stromes einen ungehinderten Ausgang findet. In dieser Hinsicht würde es gerathen seyn: mit der Correction der Merwede oberhalb Gorkum zu beginnen; alsdann die Waal unterhalb Tiel zu verbessern, und wenn alle die schädlichen Sande der Merwede und Waal von Tiel bis unter Bommel durch den Altenwiel gröſstentheils fortgeschaft wären, würde die Maasmündung bey Loewestein erweitert. Nachher würde der untere, dann der zweyte, und endlich der obere Maasdurchstich bewerkstelligt. Nach den erfolgten Wirkungen aller dieser Arbeiten käme die Reihe an die Einkürzung des Dordrechtschen Fahrdammes; an der allmähligen Zudämmung des Altenwiels, doch hiervon in dem nächsten Kapitel.

§. 275. Der Leser wird bereits in diesem Kapitel bemerkt haben, und aus dem Folgenden sehen, daſs mehrere der holländischen Ingenieurs, welche wegen der Mittel zur Abwendung der Ueberschwemmungen befragt wurden, die Hochgewässer seitwärts der Fluſsbetten durch Ueberlasse oder Canäle abzuleiten, vorschlugen. Unter diesen war es *Redelykheid*, welcher bey der *Grebbe* (Tab. 39.) von dem Nieder-Rhein ab, einen wirklich mit Schleusen, deren Thore sich wie Coulissen zurückschieben lassen sollten, zu verschlieſsenden Canal, nach der Süder-See, durch die Veluwe (Tab. 42.) führen wollte. Er erneuerte also einen bereits im eilften Jahrhundert gemachten ähnlichen Vorschlag §. 245. Nach den öffentlichen Blättern war im Jahre 1809 ein Project angenommen, welches die Abschlieſsung des Leckflusses von den obern Gewässern und dessen Verwandelung in einen förmlichen Canal, so wie die Anlage von mehrern Seitencanälen, die die Hochgewässer abführen sollten, festsetzte. Es

wird also hier der ort seyn, diese Entwürfe zu untersuchen. 1) Hat die Erfahrung nicht nur bey den holländischen, sondern bey allen Flüssen in allen kalten climaten bewiesen, daſs die sich darin festgesetzten Eisdämme, welche den strom zu einer für die Deiche schädlichen Höhe anschwellen, nicht eher in Bewegung kommen, bis der strom zu derjenigen Höhe gestiegen ist, wobey derselbe Druckvermögen genug hat, die Eismassen fortzuschieben, und daſs in den neuesten zeiten, bey *offenem* -, d. i. bey *Eisfreyen - strome*, keine ueberschwemmung von den holländischen Flüssen entstanden sey. Die Eisdämme entstehen aber dadurch, daſs der Eisstrom durch irgend ein Hindernifs in seinem Fortgange gehemmt wird, daſs also die Geschwindigkeit des stromes nicht groſs genug ist, um die Eismassen fortzuschieben, denn nach Maaſsgabe jene retardirt wird, schieben sich diese auf - und untereinander, und so setzen sich die Eisschollen fest, welche den obern Eisstrom allmählig in seinem Fortgange hemmen, und ihn endlich zum stillstande bringen. Ist dieser stillstand erfolgt, so muſs der strom anschwellen, denn dessen Geschwindigkeit ist retardirt. Er sucht daher über die *niedrigen* uferlande, und leider auch über *niedrige* Deiche Auswege. und richtet verheerungen an. Also müssen auch noch ferner, wenn gleich seitencanäle angelegt würden, die Flüsse dergestalt anschwellen, daſs sie die Eismassen fortschieben, folglich zu derjenigen Höhe kommen, welche sie gegenwärtig, bey ähnlichen umständen, gehabt haben, wenn man nicht ihre Bahn regelmäſsig zu machen sucht, d. i. ihre schädlichen serpentinen durchgräbt, die Bauwerke nach den Grundsätzen der Fluſsbaukunde aufführt, oder die bestehenden verändert, folglich die Fluſsbetten vertieft, und die Deiche zweckmäſsig anlegt, so wie einige schuh hoch über die Eisströme erhöht. Verbesserungen, welche, wie ich mir schmeichle, aus der Befolgung meiner vorschläge hervorgehen! 2) Sind es vorzüglich die Eisgänge, welche, wenn man sie zwischen den natürlichen oder künstlichen ufern (letztere sind die Fluſsdeiche) hält, die Fluſsbetten reinigen oder vertiefen. Werden nun seitenablässe für die Hochgewässer angelegt, so müssen sich nothwendig die untern Fluſsbetten erhöhen, und nach Maaſsgabe diese emporsteigen, muſs auch der Eisstrom, so wie der Eisfreyestrom höher anschwellen. Hollands Flüsse muſsten also auf diese weise, auch bey Bestehung der seitenablässe, so hoch liegende Betten erhalten, daſs der eisfreye strom über die Deiche treten würde. Was also die vertiefung der Fluſsbetten hervorbringen sollte, nämlich die schnelle Bewegung der Eismassen, wäre durch die seitencanäle, zerstört, folglich die ursachen der versandung herbeygeführt. 3) Wenn die ueberlaſsdeiche nicht sehr niedrig gelegt sind, so setzen sich auf ihre Krone die Eisschollen fest, und formiren daselbst einen Eisdamm, der nicht anders, als durch eine bedeutende wasserhöhe fortgedrückt werden kann, und dann ist nicht einmal ein momentaner Abfluſs gewonnen! Stürzen aber diese Eismassen über den ueberlaſsdeich, so zerstören sie ihn, und verwüsten das dem überströmenden wasser Preis

gegebene Land. Ja! diese seitenergiessungen können, wenn sie wirksam sind, eine neue Flufsbahn erzeugen und den untern Flufsbezirk, während eines einzigen Eisganges, versanden, wie die Erfahrung bey der Merwede und Maas unterhalb dem Deichbruche von 1421 oder dem ouden-wiel bewiesen hat. Da wechseln dann zum verderben der Flufsbezirke, ursachen und wirkungen. Anfänglich ist nämlich das durch die seitenergiessung geschwächte vermögen des stromes die ursache von der Erhöhung des unter derselben liegenden Flufsbettes, und dann wird diese Erhöhung die ursache von dem höher steigenden strome, und von der zunahme der wassermenge, die durch eben diese seitenergiefsung fliefst. Indem also in dieser die Geschwindigkeit vermehrt wird: so mufs sie in dem untern Flufsbezirke abnehmen, folglich das vom strome geführte Material darin absetzen. Diese wirkungen sind aber vorzüglich in den Flüssen der dritten Art d. i. in den holländischen *untern* Flüssen, worin die Fluth eintritt, nachtheilig; weil der Rückwallende- oder Fluth-strom das vermögen des Ebbe- oder Flufsstromes schwächt und gänzlich aufhebt, so dafs die oberhalb angelegten seitenableitungen oder ueberlasse den Flufsstrom allein abführen müssen. 4) Zeigt uns die Geschichte des holländischen wasserbaues, und die mit den Flüssen vorgegangene veränderung, dafs a) nachdem von den Römern der Leckflufs aus dem Rheine geleitet war, dieser letztere versandete. S. S. 340. b) Dafs die erfolgte vereinigung des ober-Rheines mit der waal, im Anfange des achtzehnten Jahrhunderts, die versandung des erstern, so wie der Gelder'schen Yssel und des Leck's zur Folge hatte, und daher die schifffahrt auf diesen dreyen Flüssen, bis zu dem zeitpuncte, in welchem der Pannerdensche-Canal gegraben wurde, gestört war. c) Haben wir im §. 171. gesehen, dafs die vereinigung der Maas und waal bey dem Fort St. Andries, wo bald der eine oder andere Flufs die stelle eines seitenablasses von dem andern vertritt, je nachdem der strom oder die Eismassen in diesem oder jenem Flufs hoch oder niedrig standen, von der schädlichsten wirkung gewesen ist. d) Verursachte die gröfste Ableitung, welche je die holländischen Flüsse erlitten haben, d. i. der Durchbruch der Merwede über das Bergsche-Feld oder die Entstehung des ouden-wiels (Tab. 30.) nicht nur eine versandung der abwärts fliefsenden Merwede und Maas, sondern auch von der Maas-Mündung selbst. Diese versandung der untern Flüsse ist so nachtheilig für den innern wasserstaat des Krimpener-waards, des Altblasserwaards, und für Schieland gewesen, dafs der erstere seine natürliche Auswässerung verloren hat. Es mufsten die Grundeigner schöpfmaschinen anlegen, um mit denselben die innern Gewässer in einen, mit einem Damm umgebenen, Bezirk (sammelteich), den man in Holland Busen oder Boezen nennt, zu heben. Aus solchem sammelteich wurden sie sodann durch schleusen, unter den Dämmen, in die Merwede eingelassen. e) Auch kann ich die Nachtheile von den vielen stromästen oder seitenableitungen der Hauptflüsse noch dadurch begründen, dafs dieselben den innern

wasserstaat des ehemaligen venetianischen (s. s. 310.) so sehr verdorben haben, dafs die dortigen Flufsbetten, und mit ihnen die Gewässer eine Höhe erreichen, wobey die Dämme durchbrechen, und die fruchtbarsten Gefilde Italiens überschwemmt werden. Ja! ein ähnliches verfahren bey dem Po hat eine gleiche wirkung hervorgebracht, und zeigen uns nicht die vielen Mündungen der Donau, der Rhone und mehrerer Flüsse, dafs sich alle diese Mündungen versandet und ein Sumpf-Chaos hervorgebracht haben? Also auch in solchen Climaten, worin die Flüsse nicht zufrieren, sehen wir ähnliche, schädliche wirkungen der vielen Flufsäste oder seitenablässe! f) Kein Argument beweifst aber wohl die Nachtheile, welche aus den seiten-Ergiessungen der Flüsse, sowohl für die Lage des Flufsbettes, als der oberfläche des stromes, entstehen, wie die in Holland so oft vorgefallenen Deichbrüche. Es sind nämlich die *untern* Flufsgegenden defswegen nicht von ueberschwemmungen und Deichbrüchen frey geblieben, als an den *obern* die Deiche durchgebrochen waren. Im Gegentheil setzten sich in den untern Flufsbezirken neue Eisdämme fest, die das wasser dergestalt aufstaueten, dafs es mit den von ihm getragenen Eisschollen über die Dämme stürzte, und diese zerrifs. Wie kann man also bey solchen Thatsachen sich noch jetzt für seitencanäle und ueberlässe erklären. g) Dafs dieselben weder in den Flüssen die Eisdämme verhindern, noch die ueberschwemmungen oder Hochgewässer abwenden, hat auch den Durchbruch des waaldeiches unter Nymegen im Februar 1811, bewiesen. Vor etwa zwey Jahren hat nämlich Holland, zwischen Baberich und Zevenaar (Tab. 13. und 14.), einen ueberlafs angelegt, indem daselbst der Banndeich geschlichtet (erniedrigt), und von Baberich bis unterhalb Kinsbergen ein neuer Deich aufgeführt wurde. Dieser ueberlafs sollte die Hochgewässer des Oberrheins, zum Befsten der waal und des Niederrheins abführen. h) Endlich drückt sich der Recensent von der ersten Auflage dieses werkes, welches, nach der mir zugekommenen Nachricht, der verstorbene General-Inspector Brunings gewesen seyn soll, in der allgemene Konst en Letter-Bode 1801 Nro. 7. pag. 103, indem er von denen in dem zweyten Bande von mir zu verbesserung der holländischen Flüsse gemachten vorschlägen spricht, so aus: „Des Herrn wiebekings Erörterungen und vorschläge von der nachtheiligen Beschaffenheit der waal, und der daraus folgenden Eisdämme, verdienen alle Aufmerksamkeit. Bey ihnen nämlich mufs man diejenigen vorkehrungen suchen, um den ueberströmungen zu begegnen, welche die Eisstopfungen seit einigen Jahren verursacht haben, und nicht darin wie ein gewisser schriftsteller uns überreden will, dafs wir mittelst einer Anzahl von ueberlässen gewisse Landes-Bezirke unter wasser setzen sollen, um andere zu erhalten." Aus allen diesen scheint nun evident hervorzugehen, dafs die Anlage neuer seitencanäle oder ueberlasse ein grofses wagestück für den innern und äussern wasserstaat Hollands sey, und dafs man nur von der hydrotechnischen correction der Flüsse, so wie von der zweckmäfsigen Lage und Erhöhung der Deiche, folg-

lich von der regelmäſsigen Bahn der Fluſsbetten und ihrer Vertiefung, die Abwendung der Ueberschwemmungen erwarten könne. §. 65.

Ich muſs jedoch zum Schluſse dieser Materie noch bemerken, daſs, wenn man allein auf die nördlichen Gegenden des Leck's oder auf den Schutz von Utrecht, Montfort, Amsterdamm, d. i. auf Amstel - und Rhynland nur Rücksicht zu nehmen hätte, die Verwandlungen des Leckfluſses in einen Canal oder dessen Abdämmung, sehr vortheilhaft seyn würde. In dieser Hinsicht sind auch die Städte Amsterdamm und Utrecht immer für dergleichen Abdämmungen des Leck's (in dessen unterm Theil vermöge der Ebbe und Fluth eine hinreichende Tiefe für die Schifffahrt erhalten werden könnte) und für die Ableitung oder Ueberlässe gewesen. Wer aber die Verbesserungen der holländischen Flüsse im Allgemeinen bewirken, und den Innern - Wasserstaat nicht verderben will, der muſs den gesammten Wasserstaat berücksichtigen. Ja! er muſs eben sowohl die Linge -, Waal -, als Maas - Gegenden, gegen Ueberschwemmungen sichern, als die Fahrbarkeit auf diesen Flüssen, so wie auf der Merwede, der Alten- und Neuen - Maas, bis zur Nordsee, zu erhalten suchen. Ich komme daher in dem nächsten Kapitel auf diese letztern Flüsse selbst.

SIEBENTES KAPITEL
DER ANGEWANDTEN FLUSSBAUKUNDE.

Von der hydrotechnischen Leitung der Flüsse der dritten Art, das ist solcher fliessenden Gewässer, deren Rückwallender - oder Fluthstrom über ein steigendes Bett sich bewegt, und die in Holland untere-Flüsse genannt werden; mit Vorschlägen zur Abwendung der Ueberschwemmungen von den untern Flufsgegenden Hollands, und zur Verbesserung von der Fahrbarkeit der Merwede und Maas, begleitet.

§. 276.

Von da an, wo die Waal sich mit der Maas oberhalb Gorkum (Tab. 30.) vereinigt, heifst der Flufs die Merwede bis zur Ausmündung des Lecks, von dieser bis unter Maaslandsluis, die Neue - Maas, wohingegen der andere Stromast von Dortrecht abwärts, die Alte - Maas genannt wird, wie diefs Tab. 31. und 32. deutlich zeigen. Die Fluth tritt in die Waal bey ihrem niedrigsten Wassarstande bis unweit Bommel hinauf, besonders bey Nordwest - Winden. Ihre Dauer ist bey Hardingsfeld 3 Stunden 52 Minuten, wohingegen die Dauer der Ebbe 8 Stunden 8 Minuten beträgt. Doch ich will über die Wirkung der Ebbe und Fluth in diesem Flufsbezirke, mich nicht weiter verbreiten; da ich bereits, Seite 117. bis 122. davon gehandelt habe; ich komme daher zu der geschichtlichen Darstellung der künstlichen und natürlichen Veränderungen, welche mit der Merwede, und vorzüglich oberhalb dem Alten - Wiel (siehe Tab. 30. Oude - Wiel) in den neuesten Zeiten vorgegangen sind. Da der Ingenieur aus den erfolgten Wirkungen auf die zukünftigen schliefsen kann, so wird diese geschichtliche Darstellung einiges Licht über die Vorschläge selbst verbreiten.

Aus der, von den Professoren s'Gravesande und Wittichius so wie von dem Landmesser Cruquius i. J. 1730 gemeinschaftlich, in zwey grofsen Blättern verfafsten Karte, wozu ein Memoire gehört, sieht man Folgendes, das anzumerken nöthig ist. Der sogenannte vor der Stadt Gorkum liegende Mittelward (Tab. 30.), 2. 3., dessen obere Spitze bey *i* begann, war 1730 noch einmal so breit, wie er gegenwärtig ist: 2) Bey V und VII lag en unter dieser Stadt zwey Untiefen, jene länglich, diese beynahe rund und beyde sind mit punctirten Linien angegeben. 3) Oberhalb dem sogenannten Schlickdamm 6 (1697 angelegt) lag eine kleine Insel *f*, die auf der Karte punctirt ist. 4) Der *clop-*

penwaard, vor Werkendamm, wurde von der punctirten Linie d e b begränzt. 5) Der Werkendammsche-Hafen, welcher gegenwärtig bey b liegt, hatte 1730 sein Bett in der punctirten Richtung β. 6) Die hohen verderblichen Ueberschwemmungen, welche von 1552 bis 1729, den Alblasser-Waard heimgesucht hatten, waren die Veranlassung gewesen, daſs man statt des Wolfferschen-Seedeiches, welcher gleich unter Gorkum von P nach G lag, und der 1663 seinen letzten Ruin erfuhr, den jetzigen Deich I H aufgeführt hatte. 7) Auſser dem Schlickdamm 6 ist noch eine Kribbe 7 gelegt und der Cloppenwaard abgegraben worden. Alles geschah, damit der Strom mehr vor dem Altenwiel vorüber als hinein geleitet würde. In neuern Zeiten ist unter Woudrichem die Kribbe No. 2. aufgeführt, um das concave Ufer mit Vorland auszufüllen. 8) Dieser Zweck ist auch gröſstentheils mit der westlich Woudrichem angehägerten Insel III, erfüllt. Das Werk 2 erhielt die starke Krone von 24', welche, so wie die Dossirungen mit Steingrauſs und Ballaststeinen bedeckt ist. Eine Construction, die zu Bauwerken, welche frey in den Strom hinein liegen, in solchen Flüssen, wo man nicht groben Grand findet, Nachahmung verdient; insbesondere, wenn die Werke dem Angriff des Eises und eines schnellen Stromes ausgesetzt sind. 9) Um die oberhalb Gorckum liegende Sandbank i h fortzujagen, sollte 1777, die an dem Einfluſs der Maas liegende Kribbe 1 auf 100 Ruthen verlängert werden. Ohne Zweifel würde diese Verlängerung dem Zwecke entsprochen haben. Jetzt ist vor der Spitze 3 des Mittelwaardes, wo ein Bauwerk hineingelegt ist, um diese Spitze zu fixiren, eine tiefe Stromrinne erzeugt worden, weil das Bauwerk, bey der Stromspaltung, einen bestimmten Widerstand leistete, und des Stromes Geschwindigkeit vermehrte. Weiter stromaufwärts hat sich aber eine neue Sandbank e angelegt. 10) Ehemals hieng dieser Mittelwaard mit dem Ufer vor Gorckum zusammen, und es ist der jenseitige Stromarm nur ein erweiterter Canal, der einen Hafen abgeben sollte. Wenn man nicht einseitig sein Augenmerk auf Gorckums Nutzen allein richtet, sondern auf den ganzen Fluſsbezirk, so zeigt es sich gar bald, daſs dieser Canal oder Durchstich einen nachtheiligen Einfluſs gehabt hat. Die von demselben bewirkte Stromspaltung schwächt a) das Vermögen, d. i. die Geschwindigkeit des Stromes, indem sie einen Aufstau in der Neigung hervorbringt. b) Erweitert sie das Bett, weil sie den Strom zertheilt, kurz, sie ist die vorzüglichste Veranlassung der Versandungen, welche sich hier gelagert haben; aber auch zu den Deichbrüchen bey Dalem und Gorckum ist sie eine mitwirkende Ursache gewesen (*). Daſs die in neuern Zeiten angelegten Bauwerke 1. 2. 3. 4, T. 30. sehr zur Vertiefung des Bettes beygetragen haben, des zeugen die Tiefenmessungen, welche nach alle den fein gezogenen Queerlinien z. B. von 1 nach 11, von 2 nach 2 u. s. w. verrichtet sind. Insbesondere wird diese Wirkung sichtbar, wenn man die jetzigen Tiefen mit den auf der Cruquiuschen Karte bezeichneten vergleicht. Alle diese Tiefenmessungen würden wir tabellarisch mittheilen,

(*) Aanmerkingen door Cruquius. Pag. 2.

wenn sie nicht zu viel Raum einnähmen; deſswegen begnügen wir uns hier, die Resultate davon, nämlich die erfolgte Vertiefung des Bettes angezeigt zu haben. Da wo aber diese Bauwerke nicht mehr wirksam seyn konnten (das ist gleich unterhalb Gorckum) hat sich das Bett sehr erhöhet. 11) So entstand z. B. 1730 unter Gorckum die beträchtliche Insel VI; und demungeachtet ist das Bett in den Profilen 5. V. VI von 30. 20. 10. 15 Fuſs zu 12. 9. 6½. 14 Fuſs erhöhet worden. Nur allein in der Nähe des Ufers VI hat die Tiefe von 18 zu 26 Fuſs zugenommen. Ein Beweis: daſs die Wassermenge des Gorckumer Armes sich beträchtlich vermehrt habe. Indem dessen Strom nun so rechts der Insel VI flieſst, trägt er wesentlich dazu bey, daſs die Merwede sich noch gemächlicher durch den *Altenwiel* entlasten kann. Ich will daher folgende Vorschläge entwerfen.

Um den rechtseitigen Fluſsarm vor Gorckum und den an der rechten Seite der Insel VI zu schwächen, um den Hauptstrom zu verstärken, damit er die Untiefe e h fortschaffen könne, und die Fluſsrinne mehr in die Richtung der Bahn von der Merwede unterhalb Hardincksfeld gebracht werde: so wären die roth illuminirten zwo Bauwerke i und x aufzuführen. Ausserdem daſs diese Werke alle jene Zwecke erreichen, werden sie auch den Abfluſs der Maas und Waal, sowohl des Wassers als des Eisstromes, welcher sehr von der Sandbank e h behindert wird, befördern.

Der Strom, aus dem Gorckumer Arm kommend, wird demnach auch die Insel VI angreifen, dieselbe zum Theil fortreissen, insbesondere wenn man ihm durch Abgraben noch zu Hülfe kommt, und von der Wurzel des Werks 6 einen Damm bis bey Schelluynen, an den hohen Deich anschlieſst. Oben müſste dieser Damm die Höhe des Merwede-Deiches, unten die des Werks 6 erhalten. So würde also der Fluſs an Geschwindigkeit und Tiefe gewinnen, und seine Richtung, in Rücksicht der untern Merwede und des Altenwiels, wäre verbessert, indem der Stromstrich aus der rechtseitigen Concave; von welcher c b derselbe in den Altenwiel einzieht, geworfen, und daher der Mitte der Fluſsbahn näher gebracht, aber dem Altenwiel vorüber geleitet würde. Auf diese Weise müſste auch der durch den Altenwiel gebildete Fluſsast einschlürfend werden, mithin sich versanden s. §. 70. Daſs jetzt die gröſste Tiefe nicht weit von den Werken 6 und 7 seyn müsse, also die Stromrinne vermöge ihrer concaven Bahn in die Richtung der Stromrinne des Altenwiels falle, dieſs zeigt wohl unter andern auch die Untiefe, welche zwischen d und e liegt, und die schlechterdings fortgeschafft werden muſs, da sie des Stromes Richtung so nachtheilig ist. Selbst bey hohen Sturmfluthen, welche durch den Altenwiel kommen, ist es sehr wichtig, daſs die Stromrinne der Merwede nicht in die Direction des Altenwiels falle, um das Eintreten der Fluth in die Merwede zu schwächen.

Die verschiedenen mit den Fluſsästen bey Hardingsfeld vorgefallenen Veränderungen gehen aus folgender Darstellung hervor. So sehr auch die Stadt Dortrecht auf Abschlieſsung des Ouden-Wiels als des gröſsten Fluſsastes der Merwede antrug, so fan-

den doch die Gegner einer solchen Abschliefsung mehr Gehör. Unter diesen waren vorzüglich die Stadt Gorckum und die Bewohner des Alblasserwaards. Kaum konnte es Dortrecht dahin bringen, dafs der Bassekil, gegen den Hoek van Slydregt über, und der Hoogekil mit Faschinenwerken (im Anfange des vorigen Jahrhunderts) zugeschlossen wurden, und selbst diese Arbeit scheint nicht mit der gehörigen Sorgfalt unterhalten worden zu seyn, denn schon im Jahr 1726 war sie ruinirt. Zwey Jahre nachher wurden sie indessen wieder von neuem zugebauet, und, um den Abflufs der Merwede zu befördern ward alles Gehölz, selbst dessen Wurzeln, unter dem Altenwiel längs dem südlichen Ufer ausgerottet. Endlich, nach vielem Hin- und Herschreiben wurde im Jahr 1736 beschlossen: alle die verschiedenen Flufsäste und Flufsrinnen (die letztern nennen die Holländer *Kilen*) welche uns die 30. Kupfertafel zeigt, zuzubauen. Man legte nämlich zu dem Ende von dem Eilande Dordrecht nach dem Kiewitswaard in der Richtung x y und im Bakkerskil, so in dem Bruinekil und in alle den kleinen Spranken, welche von dem grofsen Westkil ausliefen, Faschinenbauwerke an. Bis zum April 1738 waren alle diese Bauarbeiten (deren Construction aber wohl nicht mit der nöthigen Sorgfalt bewerkstelligt worden war, da man die Werke nicht hinlänglich beschwert hatte) ausgenommen das im Bakkerskiel, vollendet. In diesem Kil konnte man sogar den Bau nicht zum Schlusse bringen, er senkte sich mehrmahlen in die Tiefe hinab. Ja der Langedamm x y hatte so wenig Solidität, dafs er gleich nach der Vollendung mehrere Oeffnungen erhielt; auch ist er (ich vermuthe 1741) wieder abgebrochen, welches mit einem festen Faschinenwerke nicht vollkommen hätte geschehen können. Die angefangene Zukribbung des Bakkerskils ist aber unvollendet geblieben. Und die andern in den kleinen Killen gemachten Dämme sind 1744 gröfstentheils zerstört worden. Endlich zerrifs auch 1745 das Werk im Bassekil, und Velsen p. 162 sagt: „dafs man alle Ursache habe zu vermuthen, dafs es von Menschenhänden zerstört worden sey. Es ist jedoch wieder hergestellt worden; aber der Hoogekil liegt noch jetzt offen.

Ohne Zweifel gieng man bey der Ausführung dieser Abdämmungen zu rasch zu Werke. Sie hätte, je nachdem das Bett der Merwede durch Zurückhaltung einer grössern Wassermenge vertieft worden wäre, bewerkstelligt werden müssen; anfänglich hätte also nur einer oder zwey Aeste und zwar mit nach und nach zu erhöhenden Werken geschlossen werden müssen. Dies sind auch diejenigen Grundsätze, nach denen Brunings vorgeschlagen hat, den Hoogenkiel und den Altenwiel allmählig mit Sinkstücken zuzubauen. Er liefs auch seit 1769 an dem Kopfe des Altenwiels das Schöpfwerk 10. XII.; an der östlichen Seite die Kribben 8 und a, jene 98 diese 60 Ruthen lang, anlegen. Ferner sollten, unter Hardinksveld vor D zwey Kribben, welche da gezeichnet sind, aufgeführt werden, um das Bett, welches gegen der Giesendamsche Droogte gegenwärtig zwanzig Schuh höher als das Bett oberhalb dem Altenwiel liegt, allmählig zu vertiefen.

§. 277. Ich komme nunmehr zu den Entwürfen, welche einige holländische Ingenieure, in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts, entworfen haben, um diesen äusserst wichtigen Flufsbezirk zu verbessern, und ich will defswegen einen gedrängten Auszug aus den vorzüglichsten Gutachten liefern. Das *Enclavirte* und cursiv Gedruckte habe ich deswegen hinzugefügt, weil es mir zur nähern Erläuterung nöthig zu seyn schien.

Dieses sind Gutachten, welche die Professoren 'sGravande und Wittichius so wie der Landmesser Cruquius über die Verbesserungen der Merwede verfafst haben (*). Am 8. July 1730 drückten sie sich unter andern, des von Gorckum entworfenen Projectes, wonach in dem Merwededeiche oberhalb Sleuwyk ein Ueberlafs (Tab. 30) (man nannte ihn den Altenaischen) anzulegen sey, der zwischen zwey Leitdämmen nach dem Uppelschen Deich, über einen Theil des Landes von Altena gehen sollte, so aus: „Wir wollen betrachten a) den Zustand der Merwede in Rücksicht ihres Bettes, ihrer Deiche, und der Lande zwischen Gorckum und Dordrecht; b) die Wirkungen, welche aus diesem Zustande zu erwarten stehen, und zwar 1° in Rücksicht der Ueberströmungen; 2° in Hinsicht der Schifffahrt; c) die Mittel, welche wir für zweckmäfsig halten, um die Deichbrüche und Ueberschwemmungen zu verhindern. d) Die Mafsregeln, welche die Fahrbarkeit des Flusses verbessern können. 1) Die grofsen Unregelmäfsigkeiten des Bettes, welche in der Karte verzeichnet sind, entstanden von der Weite der Bahn, und von den vielen seitwärts abgehenden Flufsästen. Gleich unterhalb Hardinksveld wird nämlich der Flufs in vier Aeste (spranken), in die Merwede, den Westkil, den Bruinekil, und in den Bakkerskil vertheilt, von welchen, der Richtung des Flusses nach zu urtheilen, der zweyte die eigentliche Fortsetzung des Bettes zu seyn scheint." „Ueber die Bewegung des Wassers glauben wir folgendes anmerken zu müssen: den 11. July 1729 des Mittags, nachdem es bereits $3\frac{1}{2}$ St. geebt hatte, wurden die Geschwindigkeitsmessungen in den fünf genannten Aesten bewerkstelligt. Die gröfste Geschwindigkeit befand sich über der tiefsten Stelle *„(in der Stromrinne)*," und zwar einige Fufs unter der Oberfläche. Die Geschwindigkeiten wichen wenig von einander ab, nur da wo man dem Boden zu nahe kam. Jedoch sind sie nicht alle unmittelbar gemessen, indem wir nur mit einem Instrumente versehen waren *„(schade dafs sie das Gebrauchte nicht nahmhaft gemacht haben)*," sondern wir haben sie aus der Vergleichung verschiedener Beobachtungen gegeneinander genau berechnet. In der Merwede oberhalb dem Altenwiel war sie 2,533 Fufs; unterhalb 1,8 Fufs; in dem

(*) Rapport van den Professoren s'Gravesande en Wittichius en van de Landmeter Cruquius, wegens har gedaane inspectie van de Rivier de Merwede; en wegens de vorgeslaage middelen tot vorkoming van Inondatien. Die Karte, worauf sie sich in ihren Gutachten beziehen, besteht aus zwey Blatt. Ihr Titel ist: De Rivier de Merwede etc. Sie ist nicht nur äusserst genau aufgenommen, sondern die Tiefen sind auch darin angegeben. Mir hat sie zu der 30. Kupfertafel grofse Dienste geleistet. Dieser fügten sie noch ein zweytes Blatt, worauf auch die Profile und Wahrnehmungen über das Steigen und Fallen der Fluth in den Jahren 1729 und 1732 verzeichnet sind, bey. Es hat folgenden Titel: Caarte of de Afteekening van de Rivier de Merwede van Gorinchem af benedenwaarts etc.

westkil zwey Fuſs, und in den Bruine- und Bakkerskilen 2,21 Fuſs in jeglicher Secunde. Wir maſsen die Geschwindigkeiten in diesen fünf Querschnitten in verschiedenen Stellen, und reducirten sie auf die Wasserhöhe von 12 Uhr des 11. July, um zu bestimmen, nach welchem Verhältnisse der ungetheilte Strom in die gedachten Aeste sich vertheilt. Es ergab sich alsdann, daſs der Bakkerskil $\frac{41}{200}$, der Bruinekil $\frac{64}{200}$, der Westkil $\frac{63}{200}$ und die Merwede, unter dem Altenwiel noch $\frac{92}{200}$ abführte. Bey dieser Vertheilung ist jedoch zu bemerken, daſs sie nur statt hatte, wenn das Wasser durch alle vier Aeste ebbt, andern Theils, daſs die Veränderung in der Höhe des Wasserstandes dieses Verhältniſs zwar etwas, doch aber bey weitem nicht in dem Maſse abändert, als es anfangs scheinen möchte, so daſs man als eine Regel festsetzen kann: daſs von dem ungetheilten Strome mehr als $\frac{2}{3}$ durch den Altenwiel abflieſsen. Nicht aber während dem die Fluth beginnt: denn es ebbt in den Aesten früher als im obern Strome. Ja, es läuft das Wasser aus dem Biesbosch durch die Killen schon in die Merwede ein, wenn diese noch abebbt. Die groſse Wassermenge, welche die Stromäste abführen, und die Geschwindigkeit, womit dieſs geschieht, die gröſser ist als die des ungetheilten Flusses, zeigt klar, daſs das Wasser im Biesbosch, wohin die Aeste entlasten, und von wo aus das Wasser in die Nordsee durch das hollandsche Diep und die seelandschen Meerbusen flieſst, zur Ebbezeit (16 *Stunden während* 25), niedriger als in der Merwede stehen müsse. Wir bemerken dieſs hier, um eine Erscheinung zu erklären, welches nämlich die Ursache seyn möge, welche den Strom aus seiner westlichen Richtung von dem Westkil ab in den Bruinekil, ja selbst in dem östlich gelegenen Backkerskil einleitet: und welche diesen einschlürfenden Aesten selbst eine gröſsere Geschwindigkeit als die des Westkiels mittheilt. Sie erklären zu können, müssen wir jedoch bemerken, daſs der Ablauf des Wassers, so wie wir ihn beschrieben haben, am 11. July 1729 statt hatte, als die Zukribbung i h des Bassekils vollendet war, und daſs also durch diesen Kil noch ein anmerkenswerther Strom floſs. Wir kommen jetzt zur Erklärung selbst. Die Richtung des Westkils ist ungefähr die des ungetheilten Flusses. Des Biesbosches Oberfläche so wie die seinige wird von dem durch den Bassekil aus der Merwede kommenden Strom erhöhet; mithin wird seine Geschwindigkeit retardirt. Wir ziehen nun hieraus den Schluſs: daſs jetzt, nach Vollendung der Zukribbung des Bassekils, die Wassermenge des Altenwiels sich vergröſsern müsse und zwar deswegen: 1) Weil der Strom des Westkils nicht mehr von dem des Bassekiels retardirt wird. 2) Da der Bassekiel kein Wasser abführt, so muſs oberhalb dessen Mündung, die Oberfläche der Merwede sich gegen sonst erheben; und diese Aufstauung wird sich noch oberhalb des Oudenwiels hinauf erstrecken.“ (*Gegen den letztern Satz möchten sich jedoch einige Zweifel erheben lassen; denn der durch den Altenwiel gehende Strom wird keine Erhöhung zulassen. Wird das Wasser in der Oberfläche der Merwede unter dieser Oeffnung aufgestaut, so muſs sich die Geschwindigkeit im Altenwiel und mit dieser seine Tiefe, insofern das Bett einer ver-*

tiefung, bey der vermehrten Geschwindigkeit, fähig ist, vermehren. Folglich ist oberhalb demselben selbst kein Aufstau im ungetheilten Flusse zu erwarten. Zieht man ferner in Erwägung: dafs der Strom, welcher sonst seitwärts durch den Bassekil abflofs, jetzt noch gröfstentheils der Merwede folgen mufste; so läfst sich von diesem vergröfserten Strome Austiefung des Bettes, welche wieder eine vergröfserte Neigung zur Folge hat, erwarten. Da aber auch die Geschwindigkeit des Westkils vergröfsert wurde, nachdem der aufstauende Bassekil abgeschlossen war; so würde noch zu einer vollkommenen hydrotechnischen Untersuchung: die Kenntnifs von den Wassermengen aller der Aeste und des ungetheilten Flusses, 2) von dem Abhange; 3) von dem Material der Betten, und 4) von der Neigung, erforderlich gewesen seyn: denn so kömmt z. B. nicht nur die Höhe der Oberfläche des Westkils unterhalb dem Bassekil in Rechnung, sondern vorzüglich die Profile und die Wassermenge, welche letztere jetzt nach dem Abschlusse des Bassekils, sich sehr verringern mufste. Folglich hatte der Strom der obern Mündung des Westkils einen nicht so grofsen Strom in der untern Mündung in Bewegung zu erhalten. Kurz, je gröfser die Wassermenge in den obern Queerschnitten gegen die der untern ist, desto mehr wird des Stromes Geschwindigkeit von dem Druckvermögen beschleunigt. Dafs ist auch: desto mehr entfernt sich die Bewegung des Stromes von dem hydraulischen Beharrungsstande. Die Berichtssteller fahren nun so fort.)

„Wenn nun die Oberfläche des Altenwiel gestiegen ist, ohne dafs die Oberfläche des Biesbosches sich veränderte, so mufs durch ihn ein gröfserer Strom fliefsen, und also eine geringere Wassermenge in der Merwede, unter der Byfluenz, bleiben: insbesondere da ihre Ausmündung zum Theil verstopft ist. Wir glauben defswegen annehmen zu dürfen: dafs von dem unvertheilten Strome zwey volle Drittheile durch den Altenwiel abfliefsen. 2) Nach dieser einfachen und allgemeinen Darstellung wollen wir zur Untersuchung der Folgen übergehen, und diese betrachten: in Rücksicht der Ueberschwemmungen und ihren Einflufs auf die Fahrbarkeit des Flusses.

Ueberschwemmungen sind hier nur zu befürchten, wenn Deiche überströmt werden oder durchbrechen. Bey einem offenem Strome scheinen die Deiche des Alblasserwaardes nichts zu fürchten zu haben; wohl aber bey Eisstopfungen mit hohem wasser gepaart. Wenn nämlich der Eisstrom einen ungehinderten Abflufs hat, so fliefst das Eis mit der Geschwindigkeit des Wassers. Sobald aber einige Eisschollen durch irgend ein Hindernifs aufgehalten werden, und sie auch nur mit dem fliefsenden Wasser ihre vorige Geschwindigkeit nicht wieder annehmen, so erfolgt bald ein Aufthürmen des Eises. Das obere und geschwinder treibende Eis holt das langsam treibende ein. So häufen sich die Eisschollen aufeinander „(*sie werden auch untereinander geschoben*)“ und formiren endlich einen, durch Menschen Gewalt, unzerstörbaren Damm. Was so ein Eisdamm für traurige Folgen hat, ist zu bekannt, und wir müssen mit Leidwesen bekennen, dafs diese Folgen dem Lande van Arkel, dem Alblas-

serwaard, und folglich auch der stadt Gorkum aufs fürchterlichste bedrohen, indem sich bey Hardinksveld gar öfters Eisdämme festsetzen. Deren Entstehungsursachen liegen in den Irregularitäten des Bettes; in der Profilenge bey Hardinksveld, welche durch die Vergröſserung des Vorlandes vor Werkendamm entstanden ist, und wozu die hundert Ruthen langen Hafen (Höfter) b so wesentlich beygetragen haben. „(*Ich würde hier auch die Fluth oder den Rückwallenden-Strom zu den Ursachen der Eisdämme zählen; derselbe retardirt nämlich den Abgang der Eismassen und treibt sie sogar zurück. Da nun die Fluth durch den Altenwiel auf dem kürzesten Wege in die Merwede eintritt, so ist in dieser Hinsicht die Beschränkung des Altenwiels sehr wichtig).*“ Die Eisdämme, welche sich zwischen dem Altenwiel und Dortrecht festsetzen können: erwähnen wir hier nicht, da wir annehmen: daſs ihnen genugsam vorgebeugt werden könne, wenn das Gehölz ausgerottet wird, wenigstens werden hierdurch alle nachtheiligen Folgen aufgehoben, welche sonst die Eisstopfungen mit sich führen. „(*Es kann nämlich alsdann der Eisstrom auf der Süderseite frey austreten, und es ist unerklärbar, warum hier das Gehölz, wenigstens nicht bis zu der Profilweite zwischen den Deichen von Werkendamm und Hardinksveld, ausgerottet worden ist!*)

„Der Zustand des Flusses in Rücksicht der Schifffahrt wird sich zum beſsten erklären lassen, wenn wir zuförderst einige allgemeine Grundsätze von dem Laufe der Flüsse aufstellen. Diese sind: 1) Die Flüsse führen Material, welches sie auch hier und da niedersetzen. 2) Bey übrigens gleichen Umständen ist die Reibung „(*das Angriffsvermögen*)“ gröſser und das Wasser trüber, je schneller dasselbe flieſst. 3) Wenn die Geschwindigkeit „(*in einem und demselben Fluſsbezirk bey gleicher Wasserhöhe*)“ kleiner wird, muſs das Wasser klarer werden, weil es alsdann mehr Sand und Schlick fallen läſst „(*allemal tritt jedoch dieser Fall nicht ein: denn schnell strömende Flüsse führen grobes Material, welches sich in die gesammte Fluſsmasse vertheilt. So führt z. B. der Oberrhein gegen Straſsburg die Kiesel in der Stromrinne fort, so daſs ein jeder, der den Strom befährt, es hören kann: wie diese Kiesel über den Boden wegrauschen. Schwellen solche reissende Flüsse aber besonders an; so reissen sie Erdtheile und Sand etc. mit fort, welches sich in die Fluſsmasse vertheilt. Wo sich alsdann des Stromes Geschwindigkeit bis zu dem Grade verringert, daſs solches Material sich senken kann, da erst setzt es sich in Schlick- und Sandanlagen nieder. Doch ich kehre zu dem Auszuge zurück).*“ 4) In allen Flüssen, die trübes Wasser führen, muſs, so weit deren Lauf durch die Fluth aufgestauet werden kann, der Boden des Bettes sich erhöhen. Die Ursache ist diese: während der Fluth läſst das langsamer flieſsende Wasser Material fallen, welches zur Ebbezeit nur zum Theil wieder weggeführt wird, indem das klarer gewordene Wasser schon fast alles in die See geflossen ist, bevor der Fluſsstrom „(*so habe ich das Wasser, welches Flüsse, in denen die Fluth wirkt, abführen, genannt*)“ Geschwindigkeit ge-

nug erhält, das gelagerte Material von dem Boden wegzuführen. Alsdann ist aber auch der Flufsstrom — het afkomende water — wieder so trübe, dafs er eben so viel Material fallen läfst, als er vorher mit fortgenommen hatte. „(*Hieraus würde folgen: dafs man das Einströmen der Fluth bey solchen Flüssen, die sich versanden, befördern müsse, damit der Rückwallende - strom — dafs ist das Wasser, welches eine Bewegung, vermittelst der Fluth nach einer, dem Flufsstrom entgegengesetzten Richtung erhält, und den man auch, in Flüssen, den Fluthstrom genannt hat — und der Flufsstrom eine gröfsere Gewalt erlangen. Doch ich verweise hier auf die Materie, worin ich die Natur der Ebbe - und Fluthströme abgehandelt habe. (S. s. 113. bis 126.)*" In Ansehung der Erhöhung der Flufsbetten ist noch zu bemerken: dafs sie im Sommer bey weitem nicht so beträglich, als im Winter ist, wo die Ströme höher anschwellen, und also geschwinder fliefsen." (*Wo der Eisgang die Untiefen abflächt, die Inseln und Ufer angreift, und von ihnen das Material forttreibt, da sind starke Eisgänge zwar in vielen Hinsichten schädlich, zur Reinigung der Flufsbetten tragen sie aber viel bey. Ausserdem aber beruht die ganze Vorstellung von der Zunahme der Erhöhung des Bettes darauf: ob der Strom so langsam fliefst, dafs er dem mitgeführtem Material Niedersinkung gestattet. Ist diefs, so wird es nöthig seyn, die Betten einzuengen und gerader zu leiten, um die Geschwindigkeit, so wie die Wassermenge zu vermehren. Diese letztere Maafsregel ist jedoch bey solchen Flüssen, in denen die Fluth eintrömt, nicht anders anzuwenden, als dafs man den untern Flufsbezirk, vorzüglich die Mündungen, zu erweitern suche, damit die Fluth kräftiger einströme.)*" Die Erhöhung des Bettes ist beträglicher, wenn der Flufs zwischen Deichen eingeschlossen in die See geleitet wird, weil alsdann alles Material, das sich sonst auf die benachbarten Ländereyen niedersinken würde, in dem Bette selbst gehalten wird, wobey noch anzumerken ist, dafs die Ländereyen hinter den Deichen niedrig bleiben, wenn das Flufsbett sich erhöhet. Aus diesen Grundsätzen läfst sich folgendes ableiten: a) Ein Strom, der trübes Wasser in die See führt, und nicht Geschwindigkeit und Masse genug hat, um den Fluthstrom zu überwinden, mufs nach einer langen Reihe von Jahren nothwendig sein Bett erhöhen, und so neue Mündungen in die See hinein bahnen." (*Dieser Zeitpunct wird durch Einschränkung der Mündung und ihre Vertheilung in mehrere Aeste gar sehr verkürzt.)*" Der Boden von der Merwede hat sich, vorzüglich seit den Bedeichungen, erhöht, und man darf es sich nicht mehr verhelen: dafs die Ströme endlich neue Auswege suchen müssen." (*Nicht so wohl ist die Mündung und der untere Theil der holländischen Flüsse, der Deiche wegen, versandet, sondern seitdem die Merwede den Afterabflufs über den Biesbosch erhalten hat. Dieser hat die Erhöhung des Bettes und Schmälerung der Maasmündung hewirkt, und diese verkleinerte Mündung ist dann wieder Ursache der weitern Erhöhung des Bettes geworden. So wird fast immer, bey den Flüssen, dasjenige, was anfänglich Wirkung war, nachher Ursache zu einer zwey-*

ten wirkung.)" Die Erhöhung des Merwede-Bettes ist viel beträglicher, als man vielleicht denken möchte, und die Gefahr: daſs das gegenwärtige Bett, zwischen Hardinksveld und Dortrecht — weiter sind wir nicht gewesen — durch Versandung in kurzer Zeit unfahrbar werden könne ist nicht zu verachten. Wie viel die sämmtliche Erhöhung des Bettes betrage, wagen wir nicht genau zu bestimmen. Unsere Vorfahren scheinen an die Nothwendigkeit einer genauen Kenntniſs der Gewässer, und deren Boden, so wie an den Nutzen der daraus entspringt, nicht gedacht zu haben. Da sie uns also keine Beschreibung von dem ehemaligen Zustande der Flüsse hinterlieſsen, so sehen wir uns jetzt aller Mittel beraubt, die mit den Betten vorgegangenen Veränderungen zu erörtern. Wir müssen deswegen unser Raisonnement bloſs auf dasjenige gründen, was wir nach einer genauen Untersuchung gefunden haben. Die Oberfläche der Merwede ist, seitdem die anliegenden Ländereyen bedeicht sind „*(seit* 1097 *und* 1277)" wenigstens 9 bis 10 Fuſs höher geworden, ohne Zweifel hat sich das Bett noch mehr erhöhet. Der Beweis liegt darin: daſs kein Theil des Alblasserwaardes früher eingedeicht seyn wird, bevor er nicht des Sommers trocken „*(daſs ist über die tägliche Fluth und über den ordinären Stand des Stromes erhoben)*" lag. Jetzt aber giebt es Stellen in diesem Waard, wo auch bey dem allerniedrigsten Wasserstande die Oberfläche des Stromes zwey bis drey Fuſs, sonst aber täglich sieben bis acht Fuſs höher steht, als die Lande hinter den Deichen. So steht also zu befürchten, daſs die Merwede mit der Zeit unfahrbar werden wird." *(Jetzt ist die giesendamsche Droogte schon ein sehr groſses Hinderniſs.)*" Die Erhöhung nimmt noch deſswegen besonders zu, weil die Fluth über den Biesbosch eher, als durch die Maas in die Merwede einströmt, und sonach flieſst der Strom noch ab, wenn er äusserst langsam geht, und er dem Stillstande nahe ist; so daſs also das Wasser in dem Bette der Merwede bleibt, während dem es die mehrsten Stoffen fallen lassen kann."

Drittens. „Die Mittel, welche die durch Eisstopfungen sich ereignenden Ueberschwemmungen begegnen können, werden sich füglich unter zwey Classen bringen lassen.

1. *Wie sind die Eisdämme zu verhindern?*
2. *Wie ist den Ueberschwemmungen zuvorzukommen?*

1) Das natürlichste Mittel: die Eisdämme zu verhindern, scheint die Vertiefung des Flusses zu seyn. *(Ich überschlage hier nun eine lange Stelle, weil sie noch groſsen Zweifeln unterworfen zu seyn scheint und wenig Lehrreiches enthält.)* „Die Gefahr könnte durch folgende Maaſsregeln sehr anmerkenswerth verringert werden. a) Muſs alles Gebüsch längs dem Flusse zwischen Gorkum und Dortrecht ausgerottet werden, was nur einigermassen die Bewegung des Eises behindern kann. b) Wäre der Cloppenwaard abzuschlichten; die Werkendammsche Hafen-Höfter zu erniedrigen und einzukürzen. c) Müſste der slyckdamm Nro. 6. (Tab. 30.) bis auf 90 Ruthen abgebrochen werden", warum ich dieses Werk, so wie es jetzt liegt, belassen würde, davon ha-

be ich die ursache (seite 392. vorgetragen;" und dagegen ein anderer 7 angelegt werden „(*diefs letztere ist geschehen*):" der erwähnte schlykdamm 6 müfste an den Deich bey schelluynen angeschlossen werden. Ein solcher Damm würde die irreguläre Bewegung des wassers, welches jetzt durch das umfliefsen um den schlickdamm bewirkt wird, zerstören." (*Noch gegenwärtig wäre er sehr nützlich.* S. s. 392)." So wie diese Mittel zwar nicht alles Festsetzen des Eises behindern können, so werden sie doch sehr vieles verbessern. 2) Die Ueberschwemmungeu selbst auch dennoch zu verhindern, wenn der Flufs mit Eisdämmen verstopft ist, diefs kann nur durch eine gesammte Erhöhung und verstärkung aller Deiche, oder durch eine Ableitung des wassers geschehen. Das erste Mittel ist ohne zweifel das einfachste, und hinreichend, wenn der Eisdamm nur wenige Tage sitzen bleibt. Da aber diese zeit ungewifs ist, so bleibt auch dieses Mittel unzureichend. Uebrigens ist bereits dasselbe bey dem Alblasser-waard ins werk gesetzt; dort sind verschiedene Deicherhöhungen bewerkstelligt worden und zwar nach dem jedesmaligen Gutbefinden. Daher liegen die Deiche so ungleich. Im Durchschnitt beträgt die Deicherhöhung zwischen Gorkum und Dortrecht vier Fufs und der Deich bey Papendrecht ist gar nicht erhöhet. Es scheint also nicht eine fernere Deicherhöhung, sondern eine Ableitung des wassers, durch einen andern weg als dem Flusse nöthig zu seyn." (*Dafs die Deiche hier eine so ungleiche Höhe haben, ist ein wesentlicher Fehler im holländischen Deichbau. Dem sollte schlechterdings abgeholfen, und hier alle Deiche wenigstens 2½ schuh über die bekannten höchsten wasserstände erhöhet werden, weil auf den wellenschlag Rücksicht genommen werden mufs. Beym Deichbau werde ich auf diesen Gegenstand zurückkommen. Uebrigens habe ich mich bereits s. 398. gegen die Ueberlässe erklärt, und glaube meine Meinung durch Gründe unterstützt zu haben.* „Wir wollen jetzt den Einwurf: dafs eine solche Ableitung der schifffahrt nachtheilig seyn könne, zu heben suchen. Es ist nämlich bekannt: dafs der Flufs zur winterszeit zu viel wasser führt; man ihm also, ohne Nachtheil für die schifffahrt, schwächen könne. Und wenn es gleich nöthig ist: dessen Bett mittelst der Gewalt des stromes offen und tief zu erhalten, es doch nicht rathsam seyn dürfte, die schifffahrt selbst in Gefahr zu setzen." (*Diefs dürfte wohl nicht von dem stärksten strome der Merwede, zu befürchten seyn, und das Princip, welches zur Vertiefung und Erweiterung des Bettes hinleitet, scheint mir nur: in der Verstärkung des stromes zu liegen. Eine Frage ist es aber; ob auch diese in Rücksicht der Deiche hervorgebracht werden darf? und da müfsten dann wieder die engen so wie seichten Profilstellen betrachtet werden. Das Resultat also scheint: eine allmählige Verstärkung des stromes, welche Vertiefung des Merwede-Bettes zur Folge haben mufs, nöthig zu machen. Diese letztere wird, indem sie erst wirkung ist, nachher ursache zur vergröfserung des stromes in der Merwede werden.*) „Die andere schwierigkeit: wegen des längern Festbleibens der Eisdämme, welches der Ueberlafs zu Folge haben soll, wird auch leicht gehoben werden. Wenn man nämlich erwägt: dafs das Eis

sich in engen Profilen festsetzt; so wird man, des Fluthstromes wegen, nicht erweisen können: daſs das in dem Bette erhaltene Wasser stärker auf den Eisdamm drücken werde, als wenn es seitwärts zertheilt würde: weil in diesem Falle der Rückwallendestrom mit gröſserer Kraft wirken kann." (*Die Eisdämme entstehen allemal von unter- und aufeinander gesshobenem Eise, und sobald sich ein Eisdamm gesetzt hat, werden die von oben kommenden Eisschollen unter das festsitzende Eisfeld vom Strome hinunter gedruckt, so: daſs gar öfters die Eisdämme bis auf den Boden des Bettes von unter einander geschobenen Eisschollen bestehen. Alsdann wird allerdings ein hoher Wasserstand des Stromes erfordert: um sie in Bewegung zu setzen, und deſswegen läuft das Wasser immer vor ihrem Fortrücken auf. Es müssen also Seitenabflüsse (Ueberlasse) zur längern Dauer der Eisstopfungen beytragen. Bey dem Raisonnement unserer Wasserbauverständigen kömmt aber die Fluth mit ins Spiel, welche allerdings eine Veränderung hervorbringt, und man darf also keinesweges ihre Folgerungen auf Flüsse, in denen die Fluth nicht statt findet, anwenden. Und auch bey diesen wird man doch nicht unbedingt den Resultaten ihres Gutachtens beytreten können; sondern man wird vielmehr seine Zuflucht zu zweckmäſsigen Deicherhöhungen und Fluſscorrectionen nehmen.*)

„Die vorgeschlagene Ableitung muſs entweder an der Süder- oder an der Norderseite der Merwede geschehen. Das erstere haben die Herrn von Gorkum im Jahr 1726 vorgeschlagen, und 1729 wiederholt. Um bey Eisstopfungen allen zu befürchtenden Uebeln zuvorzukommen, wollen sie das Wasser über einen Theil des Landes von Altena abzapfen. Zu dem Ende sollte ein Deich queer durch das Land von Altena (Tab. 30.) gelegt werden, der bey F an dem Deich oberhalb Sleuwyk anfangen, und nach E bis zu dem Uppelschen Deich, bey P, der erhöht werden muſs, gehen müſste. Ferner sollte der Theil F des Deiches bey Sleuwyk, so wie auch der Deich A hinter Werkendamm, bey dem Bakkerskil, erniedrigt werden, damit sich über diesen erniedrigten Deichen das aufgehaltene Wasser in den Biesbosch ergieſsen könne. Da gegen diesen Vorschlag verschiedene Schwierigkeiten erhoben sind, so haben wir das Terrain, worauf die Deiche E F liegen sollen, an einigen Stellen bohren lassen. Dieſs den 20. Jun. 1729 vorgenommene Bohren zeigt: daſs die Festigkeit des Grundes bloſs von der Wahl des Platzes herrührt, daſs aber der Grund auf welchen der neue Deich gelegt werden soll, denselben gar wohl tragen könne. Hierüber ist auch bey keinem von den Anwesenden, die zuverläſsig alle nicht für verdächtig zu halten sind, irgend ein Zweifel erhoben worden." (*Es ist in der That sehr merkwürdig: daſs Lulofs und Bolstra sich im May 1763 in einem Gutachten so ausdrücken*), „da so viele Widersprüche obwalten: ob der Grund so beschaffen seye, um die Leitdeiche B A und F E P zu tragen, so haben wir ihn von neuem untersucht und gefunden, daſs wenn man den obersten Leitdeich ein wenig mehr ostwärts hinter Krayeveld legen wollte, daselbst der Grund auf eine Länge von 250 Ruthen compact ist. Hernach aber ist er

auf eben solche Länge so schlecht, dafs darauf eher kein Deich gelegt werden darf, wenn nicht zuvor der ganze Deichfufs mit einem Buschbette versehen worden ist. An andern orten würde die Beschaffenheit des Bodens kein Hindernifs seyn. Aber eine Schwierigkeit anderer Art zeigt sich gegen diesen Ueberlafs. Man hat nämlich bisher nicht daran gedacht, woher die Deicherde genommen werden soll. Ja es ist um so merkwürdiger, dafs selbst die Gegner des Ueberlasses diesen Umstand übergangen haben, und doch ist zu dieser Erde kein Rath zu schaffen.“ So weit Lulofs und Bolstra.

Eben dieselbe Schwierigkeit von der Unbeständigkeit des Grundes *(sagen 'sGravesande und Wittichius)* ist auch gegen die Ableitung an der Nordseite des Flusses vorgebracht. Diese Ableitung soll nämlich durch den Alblasser-waard bey Hardinksveld von H nach I gehen, wozu das Stück des Deichs G H an dem Bout erniedrigt werden mufs, um das hinter Hardinksveld abkommende Wasser bis nicht weit von Steenhoeck zu führen, wo alsdann der Deich ebenfalls zu erniedrigen seyn wird, um das Wasser wieder in den Flufs zu lassen“ *(obgleich die Berichtgeber es dem Grunde zutrauen, dafs er den Deich tragen werde, so ist doch nachher, 1763, bemerkt worden, dafs der Deich hinter Hardinsveld (1738 gelegt) noch nicht den mindesten Nutzen geschafft hat, dafs er an einigen Stellen mehr als 100 Zoll gesunken sey. Dieses schlechten Grundes wegen hat man es wohl unterlassen, einen zweyten Deich zur Deckung von Hardingsveld zu legen. Auch würde hier der Eisgang grofsen Nachtheil in Rücksicht des Bettes bewirken. Das ist doch wirklich unerklärbar, wie man so in dem Lande, wo vom Wasserbaue dessen Existenz abhängt, Deiche anlegen konnte, welche dem Zwecke so wenig entsprechen. Doch dem seye wie ihm wolle, solche Verirrungen bleiben immer äusserst lehrreich. Hier übergehe ich nun alles dasjenige, was specielles von den zwo Ueberlassen noch gesagt wird, weil ich ihre Anlage als unzweckmäfsig betrachte. Die Hauptschwierigkeit aber, die gegen den Ueberlafs an der Süderseite gemacht worden ist, und welche von vielen als von dem gröfsten Belang mit Recht angesehen wird, ist diese, dafs wenn das Wasser durch diesen Ueberlafs einen beständigen Durchzug findet, hierdurch mit der Zeit der Flufs seinen ganzen Lauf würde verändern können; da alsdann das gegenwärtige Strombett, zum unaussprechlichen Schaden ganzer Provinzen, und zum gänzlichen Ruin vornehmer Städte würde vertrocknen müssen. Dieser Einwurf, ob er gleich auf den nördlichen Ueberlafs angewandt, von viel weniger Bedeutung ist, verdient doch auch hier mit aller Aufmerksamkeit beachtet zu werden.*

Die Berichtsteller halten endlich dafür, dafs ein Theil des durch den Altenwiel fliefsenden Wassermasse in die Merwede selbst *zurückgehalten werden müsse* „Alles Wasser (sagen sie) in dem Flusse zu erhalten, welches jetzt durch den Alten-wiel geht, könnte von gefährlichen Folgen seyn. Es bleibt also nichts übrig, als den Ausflufs durch den Altenwiel zu erschweren. *(Das heifst: ihn allmählig zu verschliefsen).*

„Wenn das wasser im sommer niedrig ist, wo folglich wenig von oben herabkömmt, kann dasselbe so lange im Fluſs erhalten werden, als es noch nicht den sand fallen läſst, das ist, so lange der Abzug noch am stärksten ist, welches in den letzten stunden der Ebbe und den ersten stunden der Fluth statt hat."

Viertens. „wir glauben nun zu dem letzten Puncte, die schifffahrt betreffend, übergehen zu können. Wenn die Fluth länger dauert, so wird die Geschwindigkeit des wassers immer langsamer und langsamer, und es läſst den sand fallen. Je weniger wasser nun in dem Flusse bleibt, desto weniger sand kann sich alsdann auch nur auf den Grund setzen. Und da nun zu dieser zeit kein sand zur see geführt werden würde, so wird es vortheilhaft seyn, diesen auf eine andere Art los zu werden. Es wird also, wenn es möglich ist, nöthig seyn, das wasser zur seite abzuführen, welches auf der Merwede auch bey zu groſsem oberwasser; wegen der Anprellung die unter dem Altenwiel statt haben wird, geschehen muſs, da hier der Boden sich plötzlich um 25 Fuſs erhebt." *(Jetzt folgen die wichtigen vorschläge).* „Dieser Gründe wegen glauben wir, daſs der beabsichtigte zweck erreicht werden wird, wenn man queer durch den Alten-Wiel einen Faschinendamm F legt. Dieser muſs nicht höher gemacht werden, als das niedrige sommerwasser steht, nachdem es schon drey oder vier stunden geebbt hat. Hierdurch wird bey niedrigen wasserstande, und zu der zeit, wenn die Geschwindigkeit am gröſsten ist, alles wasser in der Merwede erhalten, und alsdann abgeführt, wenn die Geschwindigkeit abnimmt, und wenn viel wasser von oben kommt; ohne daſs die durch diesen Ueberlaſs erzeugte geringe Geschwindigkeit einen merklichen Nachtheil verursachen kann, wie sich unmittelbar aus dem obigen ergibt. Auch glauben wir, daſs dieser Damm, in einer Breite von 10 bis 12 Fuſs, zum vortheil der Fischerey, und um die communication zwischen dem Lande zum Norden, und den Dörfern am Biesbosch *„(kurz zwischen seeland und der Maas)"* zu erhalten, um vier Fuſs niedriger gemacht werden kann, wie er angegeben ist.

Das wasser, welches durch diese Oeffnung während der ganzen Ebbe geht, und wogegen die Ecken und ihr Boden sorgfältig verwahrt werden muſs, wird ohne dem noch den vortheil bringen, daſs dadurch da, wo jetzt die Höfter des werkendammschen - Hafens liegen, wenn diese, wie oben gesagt ist, weggebrochen sind, Abbruch entstehen wird, welches, weil hier der strom sehr enge ist, von dem gröſsten vortheil seyn wird. Die Höhe des durch den Altenwiel zu legenden Queerdammes, ist bloſs provisionel. Hat dieser Damm einige zeit gelegen, und verspührt man, daſs der sand, welcher jetzt den Fluſs unmittelbar unter dem Altenwiel beynahe ganz verstopft, gröſsten Theils weggespühlt seyn wird, so wird es gut seyn, diesen Damm zu erhöhen, ohne daſs es nöthig seyn wird, die wegen der schifffahrt nach dem Biesbosch gelassene Oeffnung zu verengen. Wenn der Damm auf diese weise die Höhe des anliegenden Landes erhalten haben wird, so würde dessen fernere Erhöhung von

keinem Nutzen seyn. Wenn man mit dem Damme zu dieser angezeigten Höhe gekommen ist, wo denn das Flufsbett den Strom gemächlich abführen kann, so wird es Zeit seyn, auf Mittel zu denken, noch mehr Wasser von oben zu erhalten. Diesen Zweck würde eine Verengung des Pannerdenschen-Canals wesentlich befördern. Das Wasser, welches durch den Damm auf der Merwede erhalten wird, mufs ohne Zweifel eine Stromrinne zwischen Hadinksveld und Dordrecht erzeugen, so dafs also die Schifffahrt zwischen diesen beyden Plätzen in kurzer Zeit nicht mehr gehindert seyn wird. Von dem Sande wird vieles zur Seite in den Krümmungen (Inhammen) vor den Deichen gebracht, und das andere weiter hinunter geführt werden. Bey Dordrecht wird das Wasser wieder vertheilt. Was hier entstehen wird, unternehmen wir nicht zu bestimmen, und wir dürfen wohl versichern, dafs niemand im Stande seyn wird, hierüber mit einigem Grunde zu urtheilen, ohne mit einer genauen Karte versehen zu seyn, aus der man nicht blofs die Verbindung des Flusses mit der Seemündung, sondern auch die Wasserhöhen auf verschiedenen Plätzen und zwar zu verschiedenen Zeiten der Ebbe und Fluth, und zu verschiedenen Jahrszeiten ersehen kann. „*(Eine solche Karte hat nachher* 1741 *Bolstra angefertigt; sie besteht aus sechs Blatt.)*

Die Städte an der Maas, vorzüglich Dordrecht, schlugen um sich zu retten, nun vor: alle die verschiedenen kleinen Flufsäste, welche von der Merwede und dem Altenwiel abgiengen, zuzubauen, und 'sGravesande so wie Wittichius wurden (1736) über dieses Project zu Rath gezogen. Sie hielten dafür: dafs, wenn gleich die kleinen Flufsäste zugebauet wären, doch sehr bald wieder neue entstehen würden. Eine Voraussetzung, die mir bey dem lockern und aufgeschlickten Terrain, woraus der Biesbosch besteht, nur zu gegründet zu seyn scheint; daher auch nie eine Correction, ohne den Hauptast selbst — *den Altenwiel* — zu beschränken, bewerkstelligt werden kann. Sie drangen auf die Abgrabung des Cloopenwaards bis zu 12 Fufs tief; und hielten andern Theils *das Zudammen des Altenwiels für nöthig.* Wollte man ihn aber offen behalten, so müfsten die drey Aeste in E, B und C zugeschlossen werden. In dem Werke B des Bakkerkiels könne man aber eine Oeffnung lassen.

§. 278. Ich will nun von den Mitteln, welche gegenwärtig zur Correction der Merwede noch anwendbar seyn werden, (T. 30. 51. Fig. 3.) handeln, und komme daher auf den jetzigen Zustand des Altenwiels und der Merwede zurück. Ich mufs freymüthig gestehen, wie dieser wichtige Gegenstand weit genauere hydrometrische Untersuchung erfordert, als bisher angestellt worden sind. Dazu würde eine solche Stromkarte, wie sie S. 133 erklärt ist, nicht sowohl von der Merwede als von alle den kleinen und grofsen Flufsästen, ja, von dem Biesbosche selbst, gehören. Mit einer solchen Untersuchung ist auch i. J. 1797 der Anfang gemacht worden. Die Tiefen haben von 1770 mehrere Schuh zugenommen, so dafs die Rectification oder Beschränkung dieses Flufsastes immer dringender wird.

§. 279. Insofern alle die Localraisonnements, die bereits vorgetragen sind, nicht wiederholt werden dürfen; so mögen hier die Beweggründe, welche von den von 'sGravesande vorgeschlagenen Ueberlässen abrathen, in der Kürze beysammen stehen. Ueberlegt man nämlich: 1) alle diejenigen Schwierigkeiten, welche mit dem Ueberlasse durch das Land van Altena, in Hinsicht der ungeheuren Kosten, des unsichern Grundes — verbunden sind. 2) Hat man sich mit Hülfe der Geschichte von den Inondationen überzeugt, dafs ein hoher Stand der Merwede bey Sleuwyk die Höhe des Ueberlasses äusserst selten erreichen würde, (nach Barnevelds Rivierkundige Waarnemingen p. 61 hat dieser Flufs selbst i. J. 1740 nicht so hoch gestanden), dafs sie (die Merwede) 1740 noch 7 Fufs niedriger als die Leck stand. 3) Erwägt man die Gefahr, welche beym Durchbruch eines solchen Ueberlasses und des östlichen Leitdeiches entstehen würde. 4) Dafs selbst während dem der Ueberlafs wirkt, die nahe gelegenen Lande des porösen Bodens wegen mit Quellwasser bedeckt seyn werden. 5) Wird ferner erwogen, dafs da hier der Strom 16 Stunden während 25 Stunden ebbt, mithin des Flufsstromes Gewalt daurender als des rückwallenden Stromes seine ist; daher die Wahrscheinlichkeit, dafs bey Hardingsveld ein Eisdamm entstehen würde, wenn der Ueberlafs bey Sleuwyk wirkte, weil ein so beträglicher Theil des Stromes seitwärts abflöfse. Beachtet man alles dieses, und dann noch, dafs die Merwede unter dem Altenwiel um so schneller versanden müsse, je gröfser der Eisstrom und die Wassermenge ist, die man ihr seitwärts entzieht; so *wird es evident, dafs der Altenaische Ueberlafs den bezielten Nutzen nicht bewirken könne.* Und erwägt man endlich, dafs die hohen Sturmfluthen gewöhnlich aus der Nordsee aufgetrieben werden, so ist es klar, dafs die Oeffnung des Alten-Wiels diesen Sturmfluthen einen Eingang darbietet, folglich von denselben der Flufsstrom der Merwede zurückgestaut werden mufs; wodurch also die Festsetzung eines schädlichen Eisdammes oberhalb Hardinksfeld befördert wird. In dieser Hinsicht sind bey der Merwede wie bey allen Flüssen der dritten Art, die Seitenausmündungen in die See so sehr als möglich zu vermeiden, und dieselben so weit flufsabwärts zu legen, als nur thunlich ist.

Ausser allem Zweifel scheint es mir also zu seyn, dafs keine zweckmäfsigere Correctionsmittel vorgeschlagen werden können. 1) *Als die allmählige Zuschliefsung des Altenwiels und* 2) *die gänzliche Sperrung des Hoogenkiels vermittelt Sinkstücke.* Das Werk, welches im Altenwiel aufgeführt würde, müfste nach Mafsgabe das Bett der Merwede an Tiefe gewönne, aufgebauet werden. 3) Um die Untiefen zwischen Hardinksfeld und Dordrecht noch schneller fortzujagen, und die Profilengen zu erweitern; wäre das Gehölz auf den Inseln und auf hundert Ruthen Entfernung vom südlichen Ufer, auszurotten; das Terrain selbst durch Pflügen aufzulockern. 4) Um die Tiefe des Bettes in den untern Flufsbezirken zu vermehren, wäre auch noch in der Maasmündung ein gröfserer Fluthstrom zubringen. Doch, von diesem letztern Satze an einem andern Orte. 5) Wegen der Schifffahrt, über den Biesbosch von der Mer-

wede nach Helvoet und nach Seeland, dürfte es rathsam seyn, in dem Zuchlufswerke, welches in den Altenwiel kommen sollte, eine Oeffnung (oben etwa von drey und unten von sechs Ruthen breit T. 51. F. 3.) zu lassen. Damit sie aber nicht zum fernern Auslaufen des Bettes beytragen könne, so dürfte es gerathen seyn, solche bis auf 8 Fufs unter das niedrigste Wasser von Sinkstücken aufzubauen, diese mit Ziegelgraus und dann mit schweren brabäntischen Kaysteinen zu bedecken. Eine solche Durchfahrt hat man zwar mit der Schleuse, die auf dem werkendammschen Hafen liegt, deren Weite 14 Fufs beträgt, die 37400 Gulden gekostet hat, bewerkstelligen wollen. Sie scheint aber der Absicht nicht zu entsprechen. Wenn sie nämlich gleich mit dem Canal so in den Bakkerskil einfällt, eine Communication hat, und dieser Flufsast auf diese Weise, wenn auf dem Biesbosch Ebbe ist, aus der Merwede einen Zuflufs erhalten würde, so ist es doch sehr wahrscheinlich, dafs das krumme Bett des Bakkerskils sich bald zuschlämmen werde, zumahl da der Unterschied des hohen und niedrigen Wassers auf dem Biesboche nur drey Fufs beträgt. Diese Betrachtungen mögen auch wohl diejenigen angestellt haben, welche eine zweyte Schleuse am untern Ende des besagten Flufsastes vorschlugen. Sie wollten auf diese Weise denselben ganz voll Wasser laufen lassen. Zergliedern wir aber dieses Project, so ergiebt sich, dafs dieses Bassin, bey dem trüben Wasser, einen ordentlichen Schlickfänger abgeben würde, und dafs man noch einen Canal durch den Schans- und Prickpolder führen müsse. Diese Fahrt dürfte also nicht nur sehr beschwerlich, sondern auch von kurzer Dauer seyn. Dagegen würde aber die Durchfahrt im Altenwiel eine bleibende Communication zwischen der Merwede und den seeländischen Gewässern abgeben; bey hohem Strome würde sie überdem noch eine äusserst vortheilhafte Ableitung des Wassers seyn.

Die Ausführung des Baues wird aber nicht geringe Schwierigkeiten darbieten. Das Senken der Sinkstücke, nach einer geraden Linie und in solcher Tiefe wird während dem Stillstande der Fluth, der hier nicht über eine Vierstunde betragen mag, nicht ausgeführt werden können. Der Directeur einer solchen Arbeit wird sich also immer auf eine Geschwindigkeit von zwey Fufs in der Secunde gefafst machen. Dafs indessen bey einer Geschwindigkeit von 3′, in Holland, Sinkstücke gesenkt werden, hat mich der Landmesser Verhey zu Brielle, unter dessen Direction die mehresten Arbeiten dieser Art, seit einigen Jahren, bewerkstelligt sind, versichert. Wenn gleich der erfahrne Practiker die Versenkung in der ganzen Breite mit einer Lage Sinkstücke vornehmen dürfte, um die Auswühlung des Grundes, so viel als möglich, zu verhindern; so wird ihm doch immer die glückliche Ausführung eines solchen sehr wichtigen Baues einen bleibenden Ruhm zusichern. Dafs man übrigens den Zuschlufs des Altenwiels nicht zu schnell erhöhen müsse, erfordert auch die Hinsicht auf den Zustand der Waal; dann ein gänzlicher Zuschlufs würde die Geschwindigkeit dieses Stromes mithin seine Wassermenge schwächen, und dann würde der Leck zu viel Wasser

empfangen. Doch wer wird gegenwärtig noch mit Grund einen Mangel an hydrotechnischer Vorsicht befürchten, da die Wasserbauangelegenheiten des Französischen Reichs gelehrten und erfahrnen Wasserbauverständigen anvertrauet sind.

§. 280. *Die raisonnirende Darstellung der Bauwerke, welche in der Altenmaas unter Dortrecht (in dem sogenannten Lint) von Brunings ausgeführt worden sind, verdient in diesem Werke angeführt zu werden.* (*Tab.* 31.) Den Flufsbezirk der Altenmaas, unfern den zwo Flufsästen: Krabbe und Nieuwe Vaart, nennt man in Holland *de Lint.* Da ihn die grofsen Schiffe, von Rotterdamm kommend und nach dem Haringvliet gehend, passiren; so ist er von Wichtigkeit. Die Klage: dafs sein Bett immer höher werde, ist von der Zeit an, geführt worden, als die Maasmündung versandete, und schon 1739 lagen da, nach der bolstraischen Stromkarte zu urtheilen, beym Hoek van de Lint, das Doppelwerk k k und am Pietershoek die Kribbe l f, um des Flusses Weite einzuschränken, also eine gröfsere Tiefe zu bewirken. Ueber den Raum zwischen diesen Bauwerken bis zum Deiche breitete sich damals noch die tägliche Fluth aus. Da aber in der Folge die Wassermenge des Rückwallenden - Stromes, wegen der stäts zunehmenden Versandung der Maasmündung geringer ward: so stiegen nicht nur in den untern Flufsbezirken neue Untiefen und Inseln empor; sondern es entstanden auch in *der Lint* zwey Inseln h und g. Beyde waren dem Fahrwasser sehr nachtheilig, weil sie den Strom spalteten, dessen Geschwindigkeit hemmten, daher Unregelmäfsigkeiten des Bettes und Widerströme verursachten.

Da ehedem in der Krabbe die Fluth bereits einen Schuh gefallen war, wenn sie bey Dortrecht umzurollen begann; so wird es einleuchtend: dafs die nach entgegengesetzten Richtungen fliefsenden Ströme der Krabbe und der Altenmaas, in der Mündung von jener, einen Wirbelstrom hervorbringen mufsten, welcher in dem Strom der Krabbe eine Störung (Retardation) zur Folge hatte: folglich setzte sich Bodensatz in der Mündung zwischen a und b. Dieser Wirbelstrom findet noch jetzt statt: denn die Umrollung (Kentering) des Rückwallenden - Stromes von der Altenmaas und von dem aus das Haringvliet über den Biesbosch kommend, ereignet sich noch in der Krabbe. Der Streit, den diese zwo fluthenden Ströme hier veranlassen, gebiehrt einen Stillstand, ein Erheben in der flüssigen Masse; während diesem sinken aber die Stoffen zu Boden. Er ist ferner eine mitwirkende Ursache des Widerstromes, den man in der Ausmündung der Krabbe gewahr wird, und indessen Kreifsmitte ruhiges Wasser eintritt, welches die Stoffen sinken läfst. Aus dieser Darstellung sehen wir also: dafs die Abschliefsung des Altenwiels selbst zur Verbesserung der Krabbemündung beytragen würde. Denn alsdann müfste der verstärkte Flufsstrom der Merwede mit einem gröfsern Vermögen auf das Bett der Lint wirken. Und indem des Wassers Oberfläche im Biesbosch gesenkt würde, müfste der Fluthstrom von der Maas durch die Krabbe, wo nicht eine gröfsere Geschwindigkeit, doch einen regelmäfsigern — ungestörteren Zug gewinnen. Wenn man alsdann die östliche Wand der Mündung von

der Krabbe so weit, als die westliche in die Bahn der Altenmaas, durch ein Bauwerk, zu versetzen trachtete: so müfste der Flufsstrom und der Rückwallende-strom eine bessere Direction auf die Untiefe x y erhalten, und beyde Ströme würden wechselweise zu deren Abflächung beytragen. Der erstere würde noch, indem er das Vermögen des Stromes von der neuen Vaart verstärkte, die Geschwindigkeit des durch den s'Gravendaalschen Kiel fliefsenden Strom vermehren, mithin auch den Strom der Krabbe beschleunigen; also seine Mündung vertiefen. Es ist übrigens ein Princip bey hydrotechnischen Raisonnements: die vorliegenden Wirkungen, von der Natur oder den Bauwerken hervorgebracht, mit Sorgfalt zu ergründen, bevor wir es wagen dürfen, die zukünftigen Effecte, die die Entwürfe hervorbringen sollen, zu bestimmen. Hier in der Lint zeigen nämlich die zwo, in neuern Zeiten entstandenen, Inseln g, h, dafs die Profile, im Verhältnifs der Wassermenge zu grofs sind; an der Form der Rinne i i, deren Fluthmündung i weiter und tiefer, als ihre Ebbemündung o ist, erkennt man: dafs sie von dem Rückwallenden- oder Fluthstrom gebildet worden ist, und dafs dieser Strom durch sie mit einer gröfsern Geschwindigkeit, als in der Hauptbahn flofs. Diese Rinne kann also füglich die Fluthstromrinne genannt werden. Beyde Ströme, sowohl der Rückwallende-, als der Flufsstrom, mufsten sonach kurz vor dem Eintritt des letzteren, (vor der Kenterung) vorzüglich bey starkem Westwinde, ein Aufwallen in der Strommasse hervorbringn. Diese retardirte den Strom in der Lint; brachte demnach hier die Stoffen zum sinken. Zwo Ursachen: die Umrollung der Fluth in der Krabbe und die unregelmäfsige Strömung der Wassermasse im Lint, haben sonach die Untiefe x y und die grofse Sandplatte zum Theil abgesetzt.

Ja! die Tiefe des Fahrwassers beträgt unter der Krabbe, bey ordinärer Fluth 12½, 13½ bis 15½ Fufs, und so tief war es auch 1739, ungeachtet der breiteren Profile (*). Also schon aus diesem wird man sicher schliefsen können: dafs die Altemaas gegenwärtig einen geringern Fluthstrom, als ehemals, empfängt; dafs also die Profile in dem Lint eingeschränkt, und die schädliche Zertheilung des Stromes aufgehoben werden müsse, um eine gröfsere Tiefe hervorzubringen. Von diesen Grundsätzen geleitet, schlug Brunings i. J. 1771 unterhalb Dordrecht, die Werke b a und c d, dieses auf die Fluth, jenes auf die Ebbe liegend, vor. Wenn der Leser sich diese Werke weg denkt, und dann die Rinne i i, deren Tiefe in der Fluthmündung im Jahr 1788 noch 23 Fufs betrug, betrachtet: so wird er diesem Bruningschen Projecte volle Gerechtigkeit widerfahren lassen müssen. Da es dabey auf ein bequemeres und besseres Fahrwasser ankam; so würden die, von andern holländischen Ingenieurs, vorgeschlagenen perpendiculären Werke in m m, f f und e e die Rinne selbst zwar abgeschlossen haben, insofern aber dergleichen Werke vor den Enden Austiefung des Bet-

(*) Die grofsen Kriegsschiffe gehen, ohne Takelage, 14 Fufs tief. In diesem Flufsbezirk müssen sie, mit Erdwinden und Flaschenzügen. über den Boden des Flusses geschleift werden; insbesondere durch die Mündung der Krabbe, deren Tiefe etwa nur 11 2/3 Fufs bsträgt.

tes, oder gar eine neue Flufsrinne verursachen können, hätten sie den Strom gespalten und also dessen Retardation bewirken müssen. Nicht wenigere Unregelmäfsigkeiten des Bettes würden entstanden seyn: wenn man, nach noch andern Ingenieurs, ein langes perpendiculäres Werk i h errichtet hätte; wenigstens in den ersten Jahren. Diese Zeit war aber in Hinsicht der Schifffahrt äufserst wichtig. Es wäre also ein solcher blosser Abschlufs der Stromrinne i i schlechterdings nicht geschickt gewesen: eine regelmäfsige, sichere und schnelle Wirkung hervorzubringen. Auf die letztere mufste *Brunings* Augenmerk gerichtet seyn, weil nicht diejenige Zeit bestimmt angegeben werden konnte, in welcher dieser Flufsbezirk noch einer Correction fähig seyn würde. So nöthig indessen die Ausführung dieser Werke auch war; wie dringend die committirten Räthe von Holland darauf antrugen (*): so ist sie doch erst i. J. 1797 bewerkstelligt worden. Die Construction der Bauwerke ist diese: Das Faschinenwerk c d ist mittelst eines Dammes c mit dem Deiche verbunden. Die Kribbe a b läuft 135 Ruthen in gerader Richtung, und dann hat sie einen Flügel, dessen Länge 65 Ruthen beträgt. Es geben also beyde Werke, sowohl dem Fluth -, als dem Ebbestrom, eine sanfte und reguläre Leitung; verhindern Stromspaltung und Wirbel, welche so nachtheilig für das Vermögen der Ströme sind. Sie engen das Bett auf eine der Wassermenge angemessene Breite ein; verstärken des Stromes Kraft; verhindern sonach Erhöhung des Bettes, und geben der Stromrinne eine regelmäfsige Richtung. Wird noch erwogen: dafs sie verlängert werden können, wenn es für nöthig befunden würde, ohne Widerströme befürchten zu dürfen, da das eine Werk dem andern Unterstützung gewährt, sowohl beym Fluth -, als Ebbestrom: so dürfte der Wasserbauverständige von ihnen sich mit Recht den befsten Erfolg versprechen können. Diese Werke sind mit Sinkstücken auf 4½ Fufs unter dem Pegel, welcher an der Deichmauer oberhalb Nederhove steht, aufgebauet worden, dergestalt: dafs sie auf jeden Fufs Höhe einen Fufs Dossirung haben. An der Wurzel liegen sie einen Schuh höher, als an der Spitze. Ihre Krone ist 14 Fufs breit. Diese sowohl, als die einzelnen Sinkstücke sind mit Klaysoden (Kloetelingen) bedeckt und beschwert, weil der Strom mit keiner sonderlichen Geschwindigkeit fliefst. Die untersten Sinkstücke ragen vor dem Fufse der Dossirung hervor. Um auch das nördliche Fahrwasser gegen Pietershoek zu verbessern; dem Strom bey Zeiten vom südlichen Arme zu entfernen; andern Theils, diese Stromspaltung, welche die Insel g hervorbringt, die das Vermögen des Flusses schwächt, aufzuheben, wurde die Zukribbung n n gelegt, welche Brunings bereits zehn Jahr früher in Vorschlag gebracht hatte, indem er anrieth: die Wirkung der Werke a b und c d erst abzuwarten, bevor man diese Zukribbung anlege.

§. 281. Brunings hat noch folgende Vorschläge gemacht, um die Mündung der Krabbe zu vertiefen. Es ist bereits gezeigt worden, dafs in dieser Mündung die kämpfenden Fluthen, aus dem Haringvliet andern Theils aus der Altenmaas kommend,

(*) Consideratien omtrent de middelen ter verbeetering van de Lint 1783.

widerströme und wirbel hervorbringen, welche die stoffen in den platten x y und p absetzen. Sie haben dergestalt zugenommen, daſs das Fahrwasser kaum fünf Ruthen breit ist. Wenn man nun die vorzüglichste ursache der verlandung, das ist: die unregelmäſsige umrollung der Fluth, die in der Krabbe eintritt, beachtet: so wird es klar, daſs man diese nicht ganz unwirksam machen könne, wenn gleich der zuschluſs des Altenwiels eine vorzügliche verbesserung hervorbringen kann. Aber die weite der Mündung von der Krabbe kann man einschränken. Zu diesem Endzweck hat Brunings vorgeschlagen: vermittelst eines Dammss p das seichte Fahrwasser abzuschlieſsen, und die Platte x y auszubaggern. Zu diesem Plane gehört auch noch: die verlängerung des, am rechtseitigen Maasufer liegenden Linter-Hafens, welche alsdann vorzunehmen ist, wenn zwischen den spitzen der werke a und d der ganze Raum bis zur Fluthhöhe verlanlandet seyn wird.

§. 282. *Von der Alten-Maas kehre ich jetzt zu den wesentlichsten mitteln: welche die Merwede, zwischen Dordrecht und der Leckmündung, und zugleich den untern Theil des Leckflusses verbessern werden. Tab.* 31.

In diesem rubrizirten Fluſsbezirk der Merwede, welchen man die *Nord* nennt, strömte, vor etwa 75 Jahren, die Fluth und Ebbe ganz regelmäſsig, jene von Crimpen nach Dordrecht, diese den entgegengesetzten weg. Ferner zog schon der Fluſsstrom der Neuenmaas den strom der Nord an; als die Fluth aus der Altenmaas noch eine stunde lang vor Dortrecht vorbey auflief. Da vor Rotterdam und Willemstadt zu gleicher zeit hohes wasser war, als es schon bey Briel zwey stunden gefallen, und es vor Dortrecht noch zwey stunden fluthete: so strömten die Nachfluthen der Altenmaas zur nämlichen zeit durch die Krabbe auf das Hollandsdiep, wenn es bereits vor Willemstadt ebbte. Die vorfluthen, durch die Altemaas aufkommend, nöthigten demnach die Nachebben der Merwede — in die Nord einzuströmen, welches Einströmen dadurch befördert ward, daſs der Fluſsstrom bereits vor Rotterdam abfloſs. Auf diese weise strömte der Leckfluſs regelmäſsig in die Neuemaas hinein; und hielt dieses ihr Bett offen, indem er ihre wassermenge vermehrte. So ward auch die Geschwindigkeit des untern Lecks, welche sehr geringe ist, befördert. Deſswegen lagen in der Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts weder in der Nord noch in der Neuenmaas Sandplatten; ausgenommen die Insel zwischen Dortrecht und Alblasserdamm, welche von dem Norddiep und dem Pelsert umströmt wird. Die gegenwärtige circulation der Ebbe und Fluth ist aber hydrotechnisch fehlerhaft. Als nämlich die Maasmündung von zeit zu zeit einen geringern Fluthstrom empfieng, konnte auch die oberfläche des Fluthstromes der Merwede bey Dordrecht, nicht mehr so hoch anlaufen, als ehemals. Wenn also der Fluſsstrom des Lecks in die Neuemaas eintritt, so flieſst dieser nach der niedrig stehenden Merwede; daher wenig Leckwasser in die Neuemaas kömmt; daher die versandungen dieses Flusses. Auch das Bett der Nord muſs immer seichter werden, da es alle die stoffen des Lecks aufzunehmen genöthigt ist. Kurz, dieser

unnatürliche Zustand der Stromcirculation, kann nur böse Folgen für die Flußbetten hervorbringen. Für die Nord wird er auch deßwegen nachtheilig: weil der Fluthstrom von der Altenmaas fast gar nicht in sie hineinströmt: indem derjenige von der Neuenmaas, vereinigt mit dem Strom des Leckflusses, in dem Strom der Nord, eine Retardation, vermöge der Cohäsion des Wassers, bewirkt. Mit einem Worte: *die aus der See in die Maasmündung strömende Wassermenge ist zu geringe*, um in alle die verschiedenen Flußarme einen solchen kräftigen Rückwallendenstrom hervorzubringen, welcher mit einer den Betten angemessenen mittlern Geschwindigkeit flöße. S. § . Auch die Untiefen und Inseln lassen es nicht zu: daß der Ebbe - und Fluthstrom nur mit einer solchen Geschwindigkeit fließt, vermöge welcher die Stoffen fortgetrieben werden können.

Indem nun die Merwede, zur Zeit, als es im Leckfluß ebbt, bey Dordrecht in ihrer Oberfläche zu niedrig steht, und die Leck selbst hieher strömt, ob sie gleich nicht von dem Rückwallendenstrom der Neuenmaas nach Dordrecht getrieben wird: so dürfte, zur Wiederherstellung des regelmäßigen Abflußes der Leck in die Neuemaas, der Wasserstand der Merwede bey Dordrecht zu erhöhen seyn. Eine Forderung, welche für die Vermehrung der Wassermenge in der Merwede; *mithin für die Abdämmung des Altenwiels* spricht. Diese fehlerhafte Circulation des Lecks in die Nord wird noch, ausser von jenen angegebenen Ursachen, vorzüglich durch die Beschaffenheit des Bettes der Neuenmaas (zwischen den Mündungen des Lecks und der Yssel) hervorgebracht. 1) Es verhindern nämlich die Platten 1. 2. 3. 4. 5. 6., Tab. 31., (*) das Einströmen des Lecks in seinen natürlichen Recipienten (die Neuemaas), 2) wird des Lecks Einfluß in die Nord von der Richtung seiner Mündung mit der Neuenmaas gar sehr erleichtert.

Die Mittel zur Verbesserung dieser Stromcirculation, werden demnach in der Beschränkung des Altenwiels, das ist in der Erhöhung der Oberfläche von der Merwede bey Dortrecht; andern Theils in der Verbesserung des Bettes vor der Leckmündung bestehen. Wir wollen diesen Gegenstand also weiter verfolgen. Die Leckmündung muß dergestalt geleitet werden: damit der Leckfluß nicht in die Nord, wohl aber in die Neuemaas, als dessen natürlichen Recipienten, einfließe. Wenn der Wasserbaukundige, wie wir gezeigt haben, genöthigt wird, die Abflächung oder die gänzliche Wegtreibung der Platten, welche in der Neuenmaas, zwischen den Mündungen des Lecks und der Yssel liegen, zu bewerkstelligen: so scheint diese Maaßregel die Einschränkung der Profile zu erfordern, um dem Fluth - und Ebbestrom eine größere Geschwindigkeit, das ist, ein größeres Vermögen, womit diese Ströme auf diese schädlichen Mittelplatten wirksam seyn können, zu geben. Zu dem Ende wäre 1) das Vuilrak

(*) Anfänglich waren diese Platten eine Wirkung der fehlerhaften Circulation der Fluth und Ebbe. Jetzt sind sie aber zur mitwirkenden Ursache geworden. So verwandelt sich fast immer, bey den Flüssen, die Wirkung in die Ursache zu einer andern Wirkung.

mit der Enclavirung V zu schliefsen, und die zwo Inseln 3, 4, vermittelst dem Werke IV zu verbinden. 2) Von der Elshouter Spitze wäre ein Separationswerk II. 1, dessen ich bereits S. 381. erwähnte, auf die Länge von zweyhundert Ruthen, erst mit Sinkstücken, dann nach der Methode des Kribbenbaues, aufzuführen, und dessen Krone mit Ziegelgraus zu beschweren. An diesem Werke käme dann noch ein sechszehn Ruthen langer Flügel I. An der Wurzel erhielte es die Höhe des Aussenlandes, und an der Spitze die Höhe der ordinären Fluth, damit es eine absolute Scheidewand zwischen dem Rückwallendenstrom des Lecks und der Nord abgäbe; und so jenen in die Neuemaas hineinleite. Die letztere Absicht würde durch den Flügel sehr befördert werden, indem er das Umlaufen des Stromes verhinderte. Defswegen wäre er denn auch zu gleicher Höhe mit dem Separationswerk aufzuführen. Dieses könnte aber, je nachdem es die Wirkung zeigte, bis zu dem Elshouter Deich mit einem Erddamme verlängert werden.

Solche Vorkehrungen, werden sie nicht den Flufsstrom des Lecks einengen? also sein Vermögen nnd das der Neuenmaas verstärken; werden sie nicht auch den Abflufs des Lecks befördern; indem sie ihn in seinen natürlichen Recipienten einleiten? Werden sie ferner nicht die Ueberschwemmungen des Leckflusses mindern; und selbst dieses Flusses Eisstrom einen schnellern Abzug verschaffen? Und indem sie so den Strom des Lecks acceleriren! so werden sie ihn hindern, seine Stoffen nicht mehr in dem Maafse, wie es jetzt geschieht, in seinem untern Flufsbezirk abzusetzen. Endlich werden diese Werke der Nord einen gröfseren Fluthstrom aus der Neuenmaas zuweisen, da sie die vor der Mündnng liegende Platte 2, vermittelst des eingeengten Stromes, fortjagen müssen.

§. 283. *Die Correction von der Ausmündung der Holländischen-Yssel* T. 31. gehört wesentlich zur Verbesserung der untern Flüsse; ich will sie daher vortragen. Bereits sehr lange ist es, dafs über das Fahrwasser bey der Spanjardsplatte geklagt, und dafs der Vorschlag gemacht wurde, diese Platte, vermittelst einem Werke bey t, mit dem nördlichen Ufer zu verbinden. Dieser Zuschlufs dürfte aber wohl, des Ueberfalles wegen, womit der Ebbestrom über ihn auf die am Ufer liegenden Pfahlhöfter stürzen würde (S. §. 169. S. 237.) perpendiculair auf den Fluth- und Ebbestrom bey z zu legen, und mittelst eines Eisdammes an den Kralinger - Deich anzuschliefsen seyn. Wenn dies Werk vollendet wäre, dann dürfte — um der Ausführung des Baues nicht unnütze Hindernisse entgegenzusetzen — das Separationswerk y x, welches den Strom der Yssel und der Maas trennen wird, aufzuführen seyn. Dessen Spitze könnte auf die halbe Fluth und die Wurzel dem Aussenlande des Sturmpolders gleich gelegt werden. Und sähe man, dafs oft hohe Fluthen über dieses Aussenland fielen, so würde das Werk mit einem Erddamme bis zum Sturmpolderdeich hinaufgezogen. Dasselbe wird, wenn ich nicht irre, den Abflufs der Yssel befördern, und ihren Gewässern eine vortheilhafte Richtung in die Neue-Maas hinein geben. Alle die Widerströme, welche

zwischen dem Sturmpolder und Ysselmonde in der Neuen-Maas statt finden, wird es zerstören; mithin den Ebbestrom der Neuen-Maas verstärken, und sonach ihr Fahrwasser verbessern.

Um indessen dem Ebbestrom ein gröfseres Vermögen zu geben, damit er das Bett zwischen dem Kralinger-Deichmagazin und Rotterdam vertiefe; so wäre vor der Mündung des Zwaanengats, das Doppelwerk a b c anzulegen. Dasselbe würde nicht nur das Fahrwasser in der weiten Bahn, worin es zu liegen kommt, verbessern, indem es den Strom einengte, sondern auch denjenigen Theil des Ebbe- und Fluthstromes, welcher durch das Zwaanengat fliefst, in das Flufsbett determiniren, wodurch das Vermögen des Stromes verstärkt werden müfste. Dafs man schon jetzt das Zwaanengat zuschliefst, wird von keinem besondern Nachtheil für die geringe Schifffahrt, die durch diesen Canal geht, seyn; denn er mufs doch vertrocknen, wenn der Flufsbezirk unter Rotterdam corrigirt werden soll, wie wir bald näher zeigen werden. Dieses Doppelwerk a b c würde auch ohne Zweifel die Magazinplatte A abflächen, indem es, wie gesagt, das Profil schmälert.

§. 284. *Die Verbesserung der Neuen-Maas bey und unter Rotterdam* T. 31. ist für die Wissenschaft kein unbedeutender Beytrag, wefswegen ich dasselbe in der Kürze abhandeln zu müssen glaube. Jedem Hydrotecten, der die Blauwschen-Karten in der Mitte des XVII. Jahrhunderts herausgegeben, und die aus sechs Blatt bestehende Karte von der Alten- und Neuenmaas und von der Merwede, von Bolstra im Jahr 1730 verfertigt, kennt; der von dem gegenwärtigen Flufslocal unterrichtet ist; ein solcher Hydrotect wird für die Fahrbarkeit dieses Flusses sehr besorgt seyn müssen. Ja, er wird die Erhöhung des Bettes für eine unausbleibliche Folge von der Verringerung des Ebbe- und Fluthstromes erklären. Und wenn er die Beschränkung des Altenwiels; das ist die Verstärkung des Ebbestromes für ein mitwirkendes Mittel halten mufs; die Betten der Alten- und Neuen-Maas auszutiefen; so wird er doch andern Theils auch auf die Vermehrung des Fluthstromes sein Nachdenken richten müssen, da der Ebbestrom bey dessen geringer Neigung und kurzer Dauer, und dann wegen den vielen Stromästen nicht für sich allein ein hinreichendes Vermögen bekommen wird, um nicht nur die Betten in dem jetzigen Zustande zu erhalten, sondern sie noch sogar zu vertiefen, welches letztere doch durchaus nöthig ist, wenn man sie für die Schifffahrt, für die Entwässerung der Binnenlande und in Hinsicht der hohen Gewässer, die von Sturmfluthen oder vom Flufsstrom entstehen, hydrotechnisch zweckmäfsig erhalten will. Was nun insbesondere den Flufsbezirk der Neuen-Maas bey Rotterdam betrift, so ist er vorzüglich in zwo Rücksichten äufserst wichtig. Erstens in Ansehung der Sturmfluthen, welche für die Stadt Rotterdam so gefahrvoll sind. Zweytens wegen der Schifffahrt, das ist, in Hinsicht des Fahrwassers zwischen den Häfen von Schiedam und Rotterdam.

Wir wollen hier jene Rücksicht zuerst beachten. Der Fluthstrom hat vermöge der Einfahrten VI. VII. einen ungestörten Einflufs in alle Häfen und Gragten der Vorstadt, und insbesondere ist diese bey hohen Fluthen (von einem starken Westnordwest-Winde aufgetrieben) Ueberströmungen unterworfen, und Rotterdam leidet alsdann ungeheuren Schaden. Kein Wunder, wenn die Gesellschaft der Experimental-Philosophie zu Rotterdam, welche mit rühmlichem Eifer alles dasjenige zu bewirken sucht, welches die Verbesserung der inländischen Maschinen oder die hydrotechnische Sicherheit des Vaterlandes vermehren kann, über diese zwo wichtige Gegenstände Preisfragen aufgestellt hat. Diejenige, welche die Sicherung Rotterdams gegen hohe Sturmfluthen betrift, ist im 3ten Bande ihrer Schriften von dem Schiffsbaumeister Rodenrys beantwortet worden. Er will ein Paar Stauthüren, wovon jedes Paar eine Durchfahrt von 100 Fufs geben sollte, in der Mündung des Leuvehavens VI, zwischen dem Oster- und Wester-Nieuwehoofd, also in der Mitte dieser Höfter ein steinernes Wehr, worin und in den gemauerten Ansätzen a b zwey Thüren hangen würden, angelegt wissen. Das letztere Hoft sollte 60 Fufs verlängert werden. Das Bett der beyden Einfahrten VII und VIII wollte er aus einem Pfahlrost verfertigen, damit keine Versetzung möglich sey. Die Schiffe, welche durch diese Einfahrten passiren, dürfen nur 10½ Fufs tief gehen, welche Tiefe die des Hafens ist. Solche würden 680000 ℔. laden. Das Gewicht eines solchen Schiffes rechnet er auf 300000 ℔. Er zeigt nun die Möglichkeit der Ausführung; schlägt noch vor, den Kay längs der Maas und den Bomjes zu erhöhen; letztern mit einer drey Stein dicken Kranzmauer, mit Quadersteinen gedeckt. Hinter dem Haringvliet sollte noch ein Deich angelegt, und vor dem Staatszimmerwerf (hinter dem Zimmerhause) eine 12 Fufs breite Schleuse erbauet werden, wodurch diejenigen Fahrzeuge, welche auf diesem Werfte ausgebessert würden, passiren könnten. Auch im Eingange des alten Hafens VII, am Haringvliet IX und endlich im neuen Hafen müfsten solche Stauthüren kommen. Sie wären beym Anfang hoher Sturmfluthen, so wie dann jene und endlich die am Eingang des Leuwenhafens, die Schleuse am Zimmerwerft, zu schliefsen. Diese Beantwortung scheint mir äufserst sachgemäfs zu seyn, zumahl da die Ausführung keinen sonderlichen Schwierigkeiten unterworfen ist, wenn es nur nicht an Gelde mangelt, und da der Plan selbst zu keiner Zeit der Schifffahrt hinderlich seyn wird. Zu gleicher Zeit erhielt eine andere Idee den Accefs. Ihr Erfinder nennt sich Jan Horsmann Hermans zoon. Er will in alle die Eingänge, welche wir vorne beschrieben haben, hölzerne mit Wasser angefüllte Flofs- oder Prahmkasten senken, und längs der Maas Mauern aufführen.

§. 285. Jetzt komme ich nun zum zweyten Punct der Verbesserung des *Fahrwassers, das zu den Mitteln der Correction des Flufsbezirkes zwischen Schiedam und Rotterdamm, vorzüglich in Rüchsicht der Schifffahrt dient.* Es ist für den Handel beyder Städte von der äufsersten Wichtigkeit, und in dieser Hinsicht hat die Rotter.

damer-Gesellschaft der Experimental-Philosophie unterm 1sten März 1795 auf die Beantwortung folgender Frage einen Preis von sechzig Ducaten gesetzt: „Welches sind die bequemsten Mittel und Werkzeuge, um in der Neuen-Maas eben oberhalb und unter Rotterdam, die fernere Zunahme der Platten nicht nur zu behindern, sondern diese Platten zu verringern, und wo möglich fortzuschaffen?" Ob ich gleich nicht daran zweifle, daſs diese Frage in Holland selbst genugthuend beantwortet werden wird, so werde ich doch hier den Endzweck, welchen man mit ihr beabsichtigt, anführen: nämlich die Verbesserung des Fahrwassers in der Nähe von Rotterdam. Und da scheint es denn, als wenn die Fortschaffung der drey gröſsten und schädlichsten Platten, der Middelplatte vor Delfshaven; der Platte B am rechtseitigen Ufer zwischen diesem Orte und Rotterdam und der Spanjards-Platte bey Kralingen, nicht durch Maschinen bewerkstelligt werden könne; denn die Ursachen, welche diese Platten erzeugten, das ist die weite Fluſsbahn, würde durch die Anwendung precairer Mittel nicht weggenommen. Und wenn man andern Theils die *mäſsige* Geschwindigkeit des Ebbe- und Fluthstromes in Erwägung zieht, welche schon daraus erhellet, daſs sich in dem Flusse solche Schlickplatten ansetzen; so scheint die gänzliche Fortschaffung dieser Platten mit Bauwerken, vermittelst welchen man die Profile lediglich vom Ufer abwärts schmälert, wo nicht ein sehr miſsliches, wenigstens ein ungeheuer kostbares Unternehmen zu seyn. Wird aber auf die hohen Sturmfluthen, die dem schönen und reichen Rotterdam so nachtheilig sind, Rücksicht genommen; so scheint die *gänzliche* Fortschaffung der Mittelplatte vor Delfshaven (*) nicht wünschenswerth zu seyn. Dies sind die Beweggründe, welche anrathen, nur allein auf die Verbesserung des Fahrwassers vermittelst Bauwerke die Vorschläge zu richten.

In Betreff des Fahrwassers oberhalb Rotterdam habe ich bereits das Nöthige vorgetragen, und es bleibt mir also noch übrig, von den Mitteln zu sprechen, welche unterhalb angewendet werden können. Wird das Local mit einiger Aufmerksamkeit beachtet, so zeigen sich folgende Mängel, deren Ursache wir gleich mit angeben wollen. 1) Vor Delfshaven ist das Fahrwasser deswegen zu seichte, weil die Spitze C der Mittelplatte dem nördlichen Arm zu viel von dem Fluthstrom entschöpft, und dem südlichen zuweist; weil ferner die Untiefe D, welche ich die *Schiedammer Untiefe* nenne, den Fluthstrom spaltet, und dessen Geschwindigkeit retardirt. 2) Die weite Strombahn zwischen Rotterdam und Delfshaven steht nicht im Verhältniſs des Vermögens von dem Ebbe- und Fluthstrome, deſswegen muſs das Profil immer schmäler werden. Da nun sowohl die Fluth- als Ebbeströme mehr längs dem südlichen als nördlichen Ufer, vermöge ihrer Richtung, flieſsen; so setzte sich an dieses Ufer hier die

(*) Nach der Blauwschen-Karte von Südholland existirte diese Insel in der Mitte des 16. Jahrhunderts nicht, wiewohl in der Maas die Fluth höher auflief; dagegen war aber da, wo jetzt das Zwaanegat liegt, ein sehr groſser Fluſsarm. Zwischen diesem und dem Strom vor Rotterdam lag eine runde Insel. Durch diesen Arm konnte also ein groſser Theil (vielleicht die Hälfte), des Fluthstromes flieſsen, und jener Strom vor Rotterdam war also geschwächt.

sandplatte B an, welche nicht nur das Fahrwasser von Delfshaven noch seichter macht, indem sie dessen Strom schwächt, sondern auch den Ebbestrom vor Rotterdam merklich retardirt, also besonders vor dem Leuwenhaven VI das Fahrwasser eher seichter als tiefer macht. Diese Sandplatte ist denn auch ein grofses Hindernifs für das Delfhavener-Fahrwasser, weil sie nicht nur die Ebbemündung des nördlichen Armes schmälert, sondern auch den Ebbestrom von diesem ableitet. Sie ist also die dritte und wesentliche Ursache zur Verschlimmerung des Fahrwassers nach Delfshaven und Schiedam.

Es ist zum Erstaunen und mufs für Rotterdams Bewohner äusserst beunruhigend seyn, wie sehr die Mittel- und Saumplatten zunehmen. So war z. B. in dem Jahr 1771, wie es die Karte zu einer Staatsresolution vom 20. Dec. beweist, die Schiedammer Untiefe D, die Saumplatten F G und H, noch nicht vorhanden; die Platte B hatte die jetzige Ausdehnung nicht. Unter allen ist wohl die letztere die schädlichste, weil sie nicht nur Ursache zur Verflächung des Delfhavener-Fahrwassers, sondern auch selbst zur Retardation des Ebbestroms vor Rotterdam und zu der Verringerung der Tiefe ist. Sie mufs also, wo nicht gänzlich doch gröfstentheils fortgeschafft werden. Ob folgende Mittel dem Zweck entsprechen; diefs bleibt dem Urtheile sach- und localkundiger Wasserbauverständigen anheimgestellt. Das Separationsfluthwerk a b c und die perpendiculären Flügelkribben e f und g h, würden, wenn ich nicht irre, den Fluthstrom des südlichen Armes acceleriren und also die Tiefe des Bettes vermehren. 2) Das Bogenwerk b d c wird den Fluthstrom des nördlichen Armes auf die schädliche Platte B leiten, und so deren Abflächung befördern. 3) Damit nun der Fluthstrom beyder Aerme nicht auf das südliche Ufer, zwischen h und l, fallen, oder sich daselbst ausbreiten, und Widerströme, die sein Vermögen und seinen regelmäfsigen Lauf stören, bilden könne; so wäre die perpendiculäre Flügelkribbe i k und die Ebbekribbe m l aufzuführen. Diese zwo Werke würden sowohl dem Fluth- als auch dem Ebbestrom eine regelmäfsige Leitung geben; diesen Strömen ihre Geschwindigkeit vermehren, und endlich den Separationspunct c, der Direction des Ebbestromes, näher bringen. Zur Verstärkung des südlichen Fahrwassers trüge dann das Schöpfwerk d c wesentlich bey. Ja, dasselbe würde, vermöge des Ebbestromes, den es in den Arm hineinleitet, die Zunge der Sandplatte B schnell abflächen, forttreiben, und zur Abflächung der gesammten Platte wesentlich beytragen. Um diesen grofsen Zweck noch besser zu erreichen, wäre 4) an der Spitze n der Mittelplatte das Fluthschöpfwerk n o p aufzuführen, und diese Platte, selbst an dem südlichen und nördlichen Saum, so tief als möglich abzugraben. Die Erde wäre eines Theils zu einem Damme von n nach a gehend, und andern Theils zur Beschwerung der inneren Lagen der Bauwerke zugebrauchen (ich setze voraus; dafs die Platte oben mehrentheils aus Schlickerde besteht). Ein solcher Damm müfste auf die Höhe der höchsten Sturmfluth aufgeführt und berauhwehret werden. Er wird einen Schutz für Delfshaven und Rotterdam, bey

hohen sturmfluthen abgeben, indem er die hohen wogen spalten würde, und dann wird er andern theils zur vertiefung der zwo aerme beytragen, weil er die hohen fluthströme in sie determiniren mufs. Alle diese faschinenwerke müfsten von sinkstücken, andern theils nach der methode des kribbenbaues, mit ihren spitzen der ordinären fluth gleich hoch und mit ihren wurzeln einige fufs darüber liegend, aufgeführt und mit ziegelgraus und bricksteinen (die gefährlichsten stellen überdem mit kaysteinen), beschwert werden.

Wenn auf diese weise das bett vertieft seyn wird, so mufs auch, des lebhafteren stromes wegen, die schiedammer untiefe abnehmen. Deren abflächung dürfte von dem ende o p des separations-fluthwerkes noch mehr befördert werden, je länger man es machte. Erwägt man endlich: dafs der ebbestrom der neuen-Maas durch die vorgeschlagene beschränkung des altenwiels und des zuschlusses des hogenkils sehr an vermögen gewinnen wird; so scheint es evident: dafs die vorgeschlagenen mittel den absichten einigermassen entsprechen werden.

§. 286. *Die maas zwischen vlardingen und brielle und die maasmündung* T. 40., §. 93., selbst, bieten gleichfalls wichtige aufgaben dar. Da mir keine *neue* hydrotechnische karte dieses für holland wichtigen flufsbezirkes bekannt ist; so fehlt es freylich an verschiedenen datis. Es mögen also zuförderst hier die mir bekannt gewordene veränderungen und dann einige allgemeine vorschläge, zur nähern berichtigung, stehen. Vergleicht man die bolstraische karte von der maas, welche mit der gröfsten genauigkeit aufgenommen ist, worin die tiefen (1739) nach einem wasserstande, der 24 zoll über die ordinäre fluth in der nordsee erhoben ist, gemessen und angedeutet sind, und den bericht des landmessers sandifort vom 1. dec. 1749 mit dem local; so ergiebt sich 1) dafs die ebbemündungen von dem *sluyssediep* oder *scheuer* und von der altenmaas, zwischen dem nördlichen ufer der welplatte und der westlichen spitze vom lande portugal, enger geworden sind, weil sich die saumplatten A und B angelegt haben; dafs vor blankenburg die saumplatte noch vergröfsert sey. Zweytens: dafs die zweckmäfsige vertheilung der ebbe- und fluthströme in der alten- und neuenmaas, sowohl an der nördlichen als östlichen und westlichen spitze der welplatte, den wohlthätigen einflufs auf den zustand beyder stromäste haben müsse; dafs niemand aber über diesen äufserst wichtigen gegenstand eine genugthuende auflösung geben könne, ohne näher zu kennen: a) die wassermenge aller dieser stromäste, welche zwischen brielle, vlardingen und portugal existiren, sowohl von den ebbe- als fluthströmen. b) die beschaffenheit des bettes, sowohl profundometrisch als dessen bestandtheile. c) Die neigung des ebbe.- des fluthstromes in allen diesen aesten.

Wird aber der jetzige zustand der maas-mündung, wo sie kaum 400 ruthen breit ist, mit dem im anfange des siebenzehnten Jahrhunderts, als sie eine weite von 1400 ruthen hatte, verglichen und erwogen: dafs selbst das jetzige profil gegen dem höl-

zernen Baaken, um die Hälfte mit einer Sandplatte, die sich an den Hoek van Holland angelegt hat, und welche fast mit der Insel Roosenburg zusammenhängt, verstopft ist: erwägt man diese Verstopfungen, sagen wir; so kann man nicht umhin: für den schlechten Zustand der Alten - und Neuenmaas aufs äusserste besorgt zu seyn. Keine Rettung ist da denkbar; auf keine Weise kann die Fahrbarkeit beyder Hauptstromäste erhalten werden, als — durch Vermehrung des Ebbe - und Fluthstromes.

Ehe ich es wage Vorschläge aufzustellen, mufs ich erinnern, dafs Niemand mehr, als ich selbst, einsehe: wie dieser Entwurf grofser Verbesserungen, (vielleicht noch mehrerer, als meine übrigen Vorschläge) fähig ist. Die Richtung des Fluthstromes in der Nordsee, welche von Südwesten nach Nordosten läuft, hat an dem Gestade vor Oost - Voorn, Tiefe und Abbruch verursacht, und man ist genöthigt gewesen, diesen Strand mit den Faschinenwerken a b c d (das letztere ist ein Sinkwerk) zu erhalten. Der geschwächte Ebbestrom in der Maas mufste seine Stoffen absetzen, und so entstanden Inseln und Untiefen, welche dem Fluthstrome es versagten, mit einer zur Reinhaltung der Betten hinreichenden Wassermenge einzutreten. Der langsame und geringe Ebbestrom, welcher durch das Sluyssediep flofs, fand, da wo der Hoek van Holland liegt, ein ungeheures weites Bett, worin also, dessen geringen Neigung; seines schwachen Laufes wegen, die Stoffen niedersinken mufsten. Sobald diese Versandung zu der Höhe der ordinären Fluth, oder noch einige Schuh höher emporstieg, war sie fähig: den Seesand von dem Strande aufzufangen, und so gewann denn das Hoek van Holland die jetzige Gestalt. Bis zur Mitte des v. Jahrhunderts blieben in der Gegend des *Pan* einige jetzt versandete Rinnen. Die Erhöhung des Hoek van Holland wurde aber noch durch den herrschenden Nordwestwind, welcher die Aufstäubung des Sandes (Ansandung) bewirkt, gar sehr befördert. Diefs ist auch der Fall an den Inseln Texel und Vlieland, wo das östliche Gestade anstäubt. Endlich gab die Zurückweichung der gesammten Küste, nördlich der Maasmündung bis gegen Haag und weiter nordöstlich hinauf (Tab. 40.), dem Fluthstrome (längs dieser Küste) einen freyen Weg und er wurde also von ihr nicht mehr, so wie ehemals in die Maasmündung hineingeschöpft. Auch die Zunahme der Spitze von Voorn und die davor liegende Westplatte trugen nicht wenig dazu bey: den Fluthstrom, welcher, wie gesagt, aus Südwesten kömmt, von der Maasmündung abzuweisen.

Geht man nun diesen Wirkungen nach, welche vor Augen liegen; so scheint das Cruquiusche Durchgrabungsproject A B, wovon die Kosten dreymalhundert tausend Gulden betragen sollten, nicht rathsam gewesen zu seyn, denn wie schnell würde der Canal nicht wieder mit Material zugefüllt werden, da der Hoek van Holland eine natürliche Aufschlickung und Ansandung ist. Der Fluthstrom, welcher doch hier nur eigentlich wirksam seyn konnte, weil der Ebbestrom so geringe ist, würde ihn nicht offen erhalten haben, indem die Fluth weit stärker und länger in die natürliche Mündung, als in diesen Canal einströmen mufste. Auch hätte er eine senkrechte Richtung mit

dem Fluthstrome der Nordsee gebildet. Kurz, es ist sehr wahrscheinlich, dafs Cruquius, der sonst gut raisonnirte, mit dieser Durchgrabung zugleich die Zudämmung des Altenwiels, also die Verstärkung des Ebbestromes, verbinden wollte.

Die Idee des van Velsen (pag. 259. in seiner Riv. verh). ein wenig oberhalb Oostvoorn, also etwa bey dem Werke a ein Hooft von 2 bis 300 Ruthen lang, vom Strande ab in die See hinein zu legen, um den Strom zu zwingen, mehr recht aus zu laufen (om de stroom te dwingen wat meer regt uit de loppen) während man mit Krabelars oder auf eine andere Weise den südlichen Punct vom Beer fortzuschaffen suchen sollte, ist gewifs noch weniger, als des Cruquius seine, dem Zwecke (den Fluthstrom der Maas zu verstärken) angemessen. Ein solches Werk würde die Fluthstromrinne verschliefsen und das Einströmen der Fluth in die Maasmündung um so mehr schwächen, als gerade vor ihr die ausgedehnte *Schulpplatte* liegt; welche schon jetzt ein Hindernifs dem in die Mündung fliefsenden Fluthstrom ist. Wenn wir noch überdiefs die Richtungen des Ebbe- und Fluthstromes längs der Küste erwägen; so wird es höchst wahrscheinlich: dafs in der Rinne, nördlich der Schulpplatte, noch die Nachebben einlaufen, wenn es bereits längs dem Gestade vor *Oostvoorn* fluthet, und dafs es also rathsam seyn dürfte, den Nachebben in jener Rinne den Eintritt zu versperren; überhaupt den Ebbestrom der Nordsee so viel als möglich von der Maasmündung zu entfernen, worin der schwache Flufsstrom dem Ebbestrom der Nordsee nicht entgegen wirken kann. Um also diesen letztern von der Ebbestromrinne längs dem *Beer* zu entfernen; und *um endlich in die Maasmündung einen gröfsern Fluthstrom zu bringen*, dürfte es zweckmäfsig seyn, von dem Beer, etwa von X ab, ein Werk perpendiculär auf das Gestade 2 bis 800 Ruthen, oder noch länger, wenn die Tiefe nicht zu grofs ist, in die See hinein zu legen, und zwar an der Spitze zwischen der ordinären Fluth und Ebbe, und an der Wurzel 3 bis 6 Schuh über die ordinäre Fluth hoch. Dieses Werk würde den Fluthstrom in die Maasmündung einleiten, und nicht wenig zum Schutze des Seeufers bey s'Gravesande beytragen. Wir gestehen es: dafs diese Maafsregel kostbar seyn wird; aber gewifs wird sie die Summe von 300,000 fl. nicht übersteigen, welche das Cruquiusche Durchstichprojekt erfordern sollte. Die nämliche Construction, welche die Bauwerke bey Petten und s'Gravesande haben, wird hier mit dem besten Erfolge angewendet werden können. Ein solches Werk würde die verstopfte Mündung der Maas wieder aufräumen, weil es dem Fluthstrom in der Nordsee eine Barriere wäre, welche, noch am Ende des sechszehnten Jahrhunderts, der 400 Ruthen weiter in die See hinein gehende Strand war, zu welcher Zeit die Maasmünnung so vortheilhaft situirt lag. Dieser corrigirte Zustand der Mündung, würde sich demnach der ältern vortheilhaftern Situation nähern. Auf diese Weise würde der verstärkte Fluthstrom der Maasmündung regelmäfsiger in die Maas selbst geleitet werden. Die Geschwindigkeit des Ebbestromes der Maas zu befördern, also die hohen Gewässer minder verderblich für die Deiche abzuleiten, dazu würde eine Abrundung des Polders hinter dem hölzernen Baaken (Nieuwe en oude Klyburg) etwa nach der Linie I. II. III. wesentlich beytragen, indem der Ebbestrom in die Nordsee unter einem spitzen Winkel einflöfse. Wenn dann noch der Flufsstrom der Maas, vermittelst allmähliger Einschränkung des *Altenwiels* und Zuschliefsung des *Hoogenkils*, verstärkt würde; so dürften jene zwo Maafsregeln und diese Vermehrung des Ebbestromes der Maas, nicht nur in der Maasmündung, sondern in der Maas selbst eine gröfsere Tiefe bewerkstelligen. Andere speziellere Verbesserungen des Stromes, als z. B. bey der Weelplatte, dürften, mit den vorigen, höchst wahrscheinlich, die Schifffahrt directe von Rotterdam nach der Nordsee wieder herstellen.

ACHTES KAPITEL

VON DEM BAU AN DEN FLÜSSEN DER ZWEYTEN ART;

das sind die ströme, welche in den Meerbusen und Seemündungen von der Ebbe und Fluth hervorgebracht werden, deren Gewässer sich also auf einem horizontal liegenden Boden bewegen können, und bey denen die Ursachen der Bewegung nicht von dem Abhange ihres Bettes entstehen (siehe §. 31. und 33.); mit wirklichen Beyspielen belegt.

§. 287.

Kein Land in Europa hat, ausser Holland und Friesland, bedeutende Bauwerke an Meerbusen und Seemündungen, in welche die Fluth einströmt, aufzuweisen! Ich werde daher vorzüglich die in Holland liegenden Werke der Art beschreiben, und Vorschläge zu der Verbesserung des Fahrwassers in diesen Meerbusen und Seemündungen, zur Erhaltung der Ufer und zur Abwendung der Ueberschwemmungen machen, da ich die erstern beschifft habe, und ihre Local-Beschaffenheit kenne.

§. 288. *In den holländischen Seemündungen nimmt vorzüglich das Rivier* (der Strom) *Haringvliet und die Rhede von Helvoet* T. 46., die Wasserbaukunde in Anspruch. Der große und majestätische Strom, genannt das Rivier Haringvielt, dessen engste Profile 96000 Schuh breit sind, ist in Rücksicht der Schifffahrt äusserst wichtig; eines Theils als eine Rhede betrachtet, andern Theils als Fahrwasser.

Helvoet — das anfänglich nur aus einigen Wohnungen bestand, wobey zwey Entwässerungsschleusen lagen, dessen Hafen i. J. 1598 begonnen, welches (1638) mit Bastionen umgeben, worin eine Schiffsdecke angelegt wurde — ist besonders von der Zeit an, als die Maasmündung für beträchtliche Schiffe zu seichte war, wichtig geworden. Jetzt müssen diese nämlich das Haringvliet aufsegeln, durch den s'Gravendaalschen Canal (T. 31.) passiren, um in die Alte-Maas, von dieser aber auf der Neuen-Maas nach Rotterdamm zu kommen. In dieser Hinsicht verdient die Rhede vor Helvoet — und auch wegen der Kriegsschiffe, welche aus dem Helvoeter-Hafen ein- und auslaufen, die gröſste Aufmerksamkeit des Wasserbaukundigen in Anspruch zu nehmen. Kein Wunder also, wenn es sich die Holländer angelegen seyn lieſsen, das Fahrwasser von und nach Helvoet so wie in dem gesammten Rivier Haringvliet, zu einer angemessenen Tiefe zu erhalten. Um diesen Gegenstand so kurz als möglich abzuhandeln, will ich die Materie in drey Theile zerlegen. Der erste wird die Geschichte

der Veränderungen, welche das Local erlitten hat, so wie die Ursachen und Folgen dieser Veränderung enthalten. In dem zwoten wird das gegenwärtige Local, so weit die Data reichen, beschrieben werden. Der dritte wird von dem Mittel zur Correction handeln.

Die Geschichte des Locals, die Ursachen und Wirkungen von den mit dem Rivier Haringvliet vorgefallenen Veränderungen sind diese. Wer in dem Blauwschen-Atlas die Karten von Südholland betrachtet, welche allen Glauben verdienen, der wird es zugeben müssen: 1) Daſs die ehemalige Insel Goederede noch im Jahr 1640 von der Linie R R R R begrenzt wurde; das nördliche Ufer des Eilandes Flacquée in Q Q statt fand; 3) vor diesem Eilande eine weit ausgedehnte Sandplatte O O P P lag, zwischen welcher und dem nördlichen Saum der Insel das sogenannte Zuiddiep strömte, und 4) daſs der *Springer* ein kleines Inselchen war, deren Saum von der Linie S S B bezeichnet wurde. Da das Meer sich um so höher erhebt, als es dem Canal (zwischen England und Frankreich) nahe kommt, so steigt die Fluth in der Seemündung *Bieningen* höher als in der Mündung des Rivier Haringvliet. Es fluthet nämlich bey Brouwershaven $2\frac{1}{2}$ Fuſs höher als vor Goederede. Die Fluth hat dort ihr Maximum früher erreicht als hier (*), indem sie sich längs der niederländischen Küste, von Südwesten ab, erhebt. Es ist sonach klar, daſs ehemahls der Fluthstrom aus dem Rivier Bieningen zwischen den Inseln Flacquée und Goederede, über den sogenannten *Hals*, früher in das Haringvliet, als längs der nördlichen Küste vorbey, einflieſsen muſste, und daſs also in der Seemündung vor Goederede noch Stillstand im Wasser war, wenn es bereits in dem Rivier Haringvliet fluthete. So muſste also die durch den *Hals* einströmende Vorfluth, jener in den goereschen Mündungen später einkommenden, allmählich entgegen wirken, da sie mit gröſserer Geschwindigkeit strömte. Ein Theil des über den Hals flieſsenden Fluthstromes hielt indessen das Zuiddiep offen, wenn von einem andern und bey weitem von dem gröſsten Fluthstrom (welcher sich auch mit der in der goereeschen Seemündung einströmenden Fluth vereinigte), die beträchtlichste Wassermenge nach dem nördlichen Ufer vor Helvoet, dessen geringere aber längs dem südlichen Saum des Haringvliet, abfloſs. Ein Theil der durch den Hals kommenden *ersten Vorfluth* muſste aber mit den Nachebben der Goereeschen-Mündung in die Nordsee abflieſsen; daher die Abplattung der östlichen Seite der Insel Goedereede; daher auch die Killen und Rinnen, welche noch 1750 in dem Hals existirten, und die von den Stromspaltungen entstanden waren. Dieses erklärte Aus- und Einströmen der Fluth, fand auch noch statt, als der Hals schon merklich aufgelandet war. Aber auch in Rücksicht des Ebbestromes war der Hals (diese Oeffnung) für die goereesche Seemündung hydrotechnisch schädlich: denn es strömte durch ihn eine beträchtliche Wassermenge vom Haringvliet in das Rivier Bieningen oder in den Kramer. Deswegen ist die Strömung der Fluth

(*) Vor Brouwershaven beträgt der Unterschied zwischen Fluth und Ebbe gewöhnlich 8 bis $8\frac{1}{2}$ Fuſs; vor Goeree $5\frac{3}{4}$ bis 6 Fuſs.

und Ebbe über den Hals, für die Goereesche - Mündung äusserst nachtheilig. Auch in neuern Zeiten sind die holländische Ingenieure dieser Meinung beygetreten; unter andern der Director von den Wasserbauwerken und den Fortificationen zu Brielle und Helvoet, Herr *Blanken*, welcher sich einen grofsen Ruf in practischen Wasserbauangelegenheiten erworben hat. Diese Cirkulation der fluthenden und ebbenden Ströme erklärt es demnach: wie sich in der Goereeschen Seemündung die ungeheure Sandplatte, genannt der *Hinder*, ansetzen, erhalten, und vergröfsern konnte. Die Ebbe nämlich, nach der Richtung der Küste aus Norden in diese Seemündung einströmend, schwächte das Eintreten der durch den Hals kommenden Nachfluthen gar sehr, und es mufste also, höchst wahrscheinlich, eine Periode geben, in welcher die nördliche Mündung des Halses einen beträchtlichen Ebbestrom einschlürfte, selbst noch in dem ersten Moment, wo die Vorfluth anfieng, sich längs dem östlichen Gestade von Goeree aufzuwälzen, Wenn man diese Circulation analysirt, so wird es klar: dafs sich da, wo diese Platte (der Hinder) liegt, ein ungeheurer Wirbelstrom einstellen mufste, nähmlich zur Zeit, wenn die Vorfluthen und Nachebben in dieser Seemündung statt fanden, und dafs gerade dieser Doppelstrom, die Entstehungsursache des Hinders war: denn in dessen Kreisen stand das Wasser, zu jenen Zeiten, stille und setzte also seine Stoffen ab. In dem Verhältnifs sich aber diese Platte ausdehnte und erhöhete, mufste der Fluthstrom das nordwestliche Ufer vor Goederede angreifen, denn das Profil der Fluthmündung war durch sie geschmälert, mithin des Stromes Geschwindigkeit verstärkt worden. Auch ist die Abnahme dieses Seeufers R R seit 1640 sehr grofs. Endlich, nachdem der Damm - door de schorre zee (1751 gelegt), es dem Ebbestrom des Haringvliet's versagte, über den Hals abzufliefsen, und er lediglich durch die Seemündung zwischen Goederede und Voorn ausflofs, so mufste der Hinder, wegen zwoer *Localfälle*, dennoch an Höhe und Ausdehnung gewinnen. Wir wollen *diese* aufsuchen: 1) Als vor Helvoet die Sandplatte (sie wird künftig die *Helvoeter - Platte* genannt werden) entstanden, und das Zuiddiep, welches den Ebbestrom nach der Mitte der Seemündung zu determiniren gesucht hatte, versandet war, da mufste auf den Hinder ein stärkerer Ebbestrom als gegenwärtig anfallen. Jetzt spaltet aber die Helvoeter - Platte den Ebbestrom, und dirigirt vorzüglich die Nachebben des Haringvliets durch das Quaxdiep. 2) Indem die Vorfluthen längs der Goereeschen Küste strömen, fliefsen die Nachebben noch in das Quaxdiep ein, und so wird die wirbelnde Bewegung des gesammten Stromes, da wo der Hinder liegt, verstärkt. Endlich zertheilt diese Mündungsplatte jetzt den Ebbe - und Fluthstrom stärker, als ehemals, weil sie höher und gröfser geworden ist, und so ist sie denn auch eine mitwirkende Ursache, welche die Schwächung des Fluthstromes befördert, und ihre Lage; so ihre Form, trägt also selbst zu ihrer eignen Vergröfserung; zur Abnahme des Goereeschen Gestades — zu dessen Erhaltung grofse Summen verwendet werden — bey. Zum Versanden dieser Seemündung und des Rivier Haringvliets concurrirten indessen noch andere Ursachen,

die wir jetzt aufsuchen wollen. 1) Weil es früher im Hollandsdiep (T. 46.) als in der Alten-Maas (T. 31.) ebbte, so strömte ein Theil von dieser durch den s'Gravendaalschen canal, (1648 gegraben), und durch das spuy in das Haringvliet. *Es verstärkte also der Maasfluthstrom den Ebbestrom des Haringvliets.* In dem Verhältnifs die Maasmündung (T. 32.) enger und seichter ward, nahm natürlich der strom ab, den die Maas in das Haringvliet entlastet hatte. Jetzt ist er äusserst unbedeutend: denn die Umrollung der Fluthen fällt im s'Gravendaalschen Canal oder in der Krabbe (T. 31) vor. 2) Eine anderweitige Schwächung des Ebbestromes vom Haringvliet liegt in der Fluthmündung des Hollandsdiep (T. 46.), in dem sogenannten Volkrak. Des Ebbestromes wassermenge, welche dadurch abfliefst, wird noch deswegen sehr vergröfsert, weil die Fluth früher im Kramer als im Haringvliet umrollt. Es übt also das Volkrak auf den strom des Hollandsdiep eine anziehende Kraft aus, welche vermöge der Cohäsion des wassers in alle die Queerschnitte übergeht, die des Volkrakes stromrinnen näher als des Haringvliets seinen liegen; daher auch in neuern zeiten die Erhöhungen I und C in der Ebbemündung des Haringvliets; daher die ungeheure Platte X; daher läuft des Stromstriches Richtung in der Mündung des Volkerak längs dem östlichen Ufer. Und dieses Vermögen des Ebbestromes im Kramer wurde endlich auch noch dadurch sehr verstärkt, oder das des Ebbestromes vom Haringvliet geschwächt, weil des erstern Ebbemündung (das Volkerak) mehr in der Richtung der stromrinne des Hollandsdiep als in die Richtung der Stromrinne vom Haringvliet liegt.

Zu diesen Ursachen kömmt noch eine nicht minder wichtige, welche den Fluth- und Ebbestrom des Haringvliets sehr anmerkenswerth schwächt, mithin zur Verringerung der mittlern Tiefen seiner Profile beyträgt: sie ist nämlich die Aufschlickung des Biesbosches (T. 39.). Dieser Busen war im 16. Jahrhundert noch einmahl so grofs als gegenwärtig. In ihm entlastete sich, durch den Altenwiel, eine weit geringere wassermenge als jetzt, weil das Bett der Merwede damahls weder Untiefen noch merkliche Profilengen hatte, weil die Mündung des Altenwiels nicht in der Richtung der obern Merwede lag. Auch hat der Altewiel noch in den letztern zeiten an Vermögen zugenommen. Es ergofs sich also ehedem nicht ein solcher beträglicher Ebbe-strom in den Biesbosch, dessen Flächenraum, wie wir schon erwähnten, den jetzigen um das Doppelte übertraf. Dieser Busen mufste also einen weit gröfsern Fluthstrom als gegenwärtig aufnehmen. Sonach war also das Vermögen des Fluth- und Ebbestromes vom Haringvliet weit gröfser, da sein *hinterer Busen* (der Biesbosch) während jeder Fluthzeit nothwendig mit einer gröfsern Fluthmasse angefüllt werden mufste. Wir wollen nach den genauesten Karten annehmen, dafs der vom Biesbosch zugeschlickte Raum 3000 Ruthen lang und 1400 Ruthen breit sey; dafs der Unterschied der Fluth und Ebbe drey Fufs betragen habe. Die Fluth möge 4 stunden in den Biesbosch eingeströmt haben, so mufsten zu jeder Fluthzeit durch den Kramer und Haringvliet (T. 46.), in jeglicher secunde 63000 Cubikfufs wasser mehr als jetzt durchströmen, um den Biesboch zu füllen. Also mufste der

der Fluth- und der Ebbestrom des Haringvliets damahls weit stärker wie gegenwärtig seyn. Endlich wird jetzt der Fluthstrom des Haringvliets von der Hinderplatte, (F. 1. T. 46.) welche ihm eine Barriere ist, indem sie das Profil so sehr schmälert, sehr geschwächt. Es sind demnach: die irregulaire Einströmung der Fluth; die Einschränkung des innern Busens; der fehlerhafte Abflufs der Ebben durch das Volkerak in den Kramer, die allgemeinen Ursachen zu den Sandplatten im Haringvliet gewesen. *Kurz, die Verminderung des Fluthstromes hat eine Abnahme der mittlern Tiefe; eine Verkleinerung der Profile zur Folge gehabt.*

Erwägt man nun alle diese Umstände und den Gang der Natur, so wird es einleuchtend, dafs die Zudämmung des Helvoet gegenüber liegenden *Halses* nur sehr wenig zur Schwächung des Fluthstromes im Haringvliet beytragen konnte, und dafs selbst der Hals doch sehr bald zu einer solchen Höhe hätte emporsteigen müssen (wozu auch die Paaradeplatte mitwirkte) (T. 46.) vermöge welcher die ordinaire Fluth ihn ferner nicht mehr hätte überströmen können. Was also die Natur einige Jahr später bewirkt haben würde, nämlich eine formelle Scheidewand zwischen den Fluthen der Rieviere Bieningen und Haringvliet, das hat man hier durch die Kunst früher gethan. So und nicht anders können wir urtheilen, wenn man dem Gange der Natur keinen Beharrungsstand, sondern ein immerwährendes Fortschreiten zugestehen mufs.

Doch ich komme jetzt *auf die neuesten Veränderungen und das gegenwärtige Local dieser Ströme.* Vergleicht man nämlich einige der vorzüglichsten Karten des Haringvliets miteinander: so ergiebt sich, dafs im Jahr 1732 noch daselbst eine Tiefe von 25 bis 40 Fufs statt fand, wo gegenwärtig die Helvoeter Platte (F. 1. T. 46.) liegt, obgleich damahls die Stromrinne schon am nördlichen Ufer hinlief. Das schmale Zuiddiep vor Middelharnis, einen Theil des Fluth- und Ebbestromes aufnehmend, existirte noch 1732. Es trug zur Verstärkung des Fluthstromes der Seemündung bey, indem es diesem Strom ein Bett darbot. Nach einer andern Karte (zur Staatsresolution vom 18. Jänner 1758 gehörig) waren die Mündungen des Zuiddiep bereits sehr versandet. In der Ebbemündung hatte man zwar bey N (T. 46.) ein aus einem Pfahlwerk bestehendes Schöpfwerk angelegt, aber vergeblich, weil der Ebbestrom jetzt nach den zwo Stromrinnen des Haringvliets einen weit gröfsern Abhang als in das Zuiddiep hatte. Schon im Jahr 1751 waren diese Stromrinnen vorhanden; die nördliche längs dem Ufer vor Helvoet; die südliche etwa 150 Ruthen von dem Saum der Insel Flacquée entfernt. Da es durch jene bereits ¾ Stunden ebbt, wenn es in dieser noch fluthet, so wird man sie mit Ebbe- und Fluthstromrinnen bezeichnen können, welches in F. 1. T. 46. geschehen ist.

Jetzt wird es nöthig seyn, die Ursache, dann die Wirkung von der Circulation dieser Ströme zu untersuchen. Dieses Doppelstromes (im Haringvliet) Entstehung dürfte darin liegen: sobald nähmlich die grofse Platte X in dem Haringvliet emporgestiegen war; nachdem der Kramer diesem Strome zu vieles Wasser entzogen; die Hinder-Platte, dessen Fluthstrom, die Versandung der Maasmündung dessen Ebbestrom geschwächt hatte:

so ward das Profil zwischen U und Z (T. 46.), und das Profil des Nitser-Gats verengt. Der Strom fiel sonach aus diesem engen Bette in ein weites. Die der Mündung des *Spuy* zunächsten Wassercolonnen mufsten sonach einen Widerstrom bilden. Dieser erzeugte Retardation und eine Stromspaltung zwischen M und N, indem er einen Theil des Stromes seitwärts abzog. Die zweyte Ursache dieses Doppelstromes, der am südlichen und nördlichen Ufer des Riviers *Flacquée* die gegenseitige Strömung hervorbringt, scheint in der Direction des längs der goereeschen Küste einströmenden Fluthstromes zu liegen (F. 1. T. 46.). (Hier strömt nämlich die Fluth früher als im Quaxdiep ein). Andern Theils bringt aber auch der Hinder nicht nur einen Aufstau, sondern auch eine Retardation des Fluthstromes hervor. Es mufs also *so lange* in dem Theil des Profiles, welcher zwischen den genannten Ebbe- und Fluthstromrinnen liegt, eine Kreisbewegung des Stromes (ein Widerstrom) entstehen, als der Fluth- und Ebbestrom nach gegenseitiger Richtung (das ist bey jeder Fluthzeit $\frac{3}{4}$ Stunden) fliefsen. In der Mitte dieses Doppelstromes — *also gerade da, wo selbst die Helvoeter-Platte liegt* — mufs wenigstens bey jeglicher Fluth ein Stillstand des Wassers von $\frac{3}{4}$ Stunden Zeit erfolgen. Folglich müssen hier die Stoffen nieder sinken. Diesen Stillstand habe ich selbst am 13. August 1798, in Gesellschaft des Inspectors Brunings und des Inspectors Verhey, als wir bey dem heitersten Wetter und einer Windstille, von Helvoet nach Middelharnis schiften, beobachtet. Etwas von der Mitte der Platte ab war die Bewegung im Wasser noch sehr schwach. Die schwimmenden Stoffen trieben hier äusserst langsam, und an den zwo Seiten der Platte nach entgegengesetzten Richtungen. Im Ebbe- als Fluthstrom fand aber eine anmerkenswerthe Geschwindigkeit, die ich beyläufig zu $2\frac{1}{2}$ Fufs schätzte, statt. Dieser grofse Widerstrom, worin die erste Ursache der Helvoeter-Platte liegt, und der, wie gezeigt ist, wieder von andern Ursachen entstand, wird jetzt von dieser Platte selbst verstärkt, und in weit gröfseren Creisen als anfänglich getrennt. So gebiert eine Ursache die Wirkung, welche wieder die Veranlassung zu einer zweyten Wirkung wird; und diese vermehrt alsdenn diejenige, welche von der Wurzelursache entstanden war. Indem so z. B. die Helvoeter-Platte durch den erwähnten Kampf der zwo Ströme emporgestiegen ist, vermehrt sie die Geschwindigkeit und Tiefe längs Helvoet, und diese gröfsere Tiefe führt der nördlichen Stromrinne einen gröfsern Ebbestrom zu. Der südliche Strom hingegen verliert an Geschwindigkeit, es kann also die aus der See in ihn hineinströmende Wassermenge nicht mehr so beträglich seyn als ehemahls, wo der südliche Saum der Helvoeter-Platte, wo der Ebbestrom der nördlichen Rinne, dem Fluthstrom kein Hindernifs entgegenstellte. Also auch in dieser Hinsicht ist der Doppelstrom und die Platte nachtheilig für den gesammten hydrometrischen und hydrotechnischen Zustand des Haringvliets. Diese so bewirkte Abnahme der Geschwindigkeit des Ebbestromes im südlichen Fahrwasser, hatte denn auch die Zunahme, die schnelle Aufschlickung des Aussenlandes (Buiten Gorsen) vor Flacquée und die Zuschlickung der dortigen Häfen befördert. Diese zu-

nahme von Flacquée ist aber für den Zustand des Riviers Haringvliet hydraulisch nachtheilig, weil sie dessen Profil schmälert, mithin den Fluthstrom, welcher sein Bett rein halten soll, verringert. Solche nachtheilige Vergröſserung von Flacquée wird noch sehr beschleunigt, und zwar von den vielen Spülschleusen, womit die Häfen von Goedereede, Dirksland, Somelsdyck, Middelharnis, Stad, und der Bommel (T. 46.) gespült werden. Jeder dieser Häfen hat seinen Spülbusen, worin die Fluth, während die Schleusen offen stehen, eintritt. Sie werden alle täglich gespült, wenn es noch langsam ebbt, wo also die ausgespülten Stoffen von der bald nachfolgenden Fluth, entweder in das Haringvliet aufwärts geführt werden, oder während dem Stillstande des Wassers zum Theil am südlichen Saum vor Flacquée liegen bleiben. Denn obgleich der Strom sie nicht nach der Helvoeter-Platte directe hinüber führen kann, so werden ihr doch einige zugeschwemmt, indem sie von der Vorfluth des südlichen Stromes, welche die durch das Volkrak früher einströmende Fluth schwächt, in den Doppelstrom hineingezogen werden. Dieser ergreift also einen Theil davon, und führt ihn als Bodensatz auf die besagte Platte. Auf diese Weise können die aus den Flacquéer-Häfen gespülten Stoffen zu der Erhöhung der Helvoeter-Platte etwas, wenn gleich nicht viel, beytragen.

Im Jahr 1767, als die im *Haringvliet* liegende Untiefe X zur jetzigen Ausdehnung und Höhe noch nicht emporgestiegen war, als die mittlere Profile des Hitsers-Gats gröſser waren; die Höfter an der Mündung des Middelharnisser-Hafens das Aussenland nicht viel erhöhet hatten, da muſste die Helvoeter-Platte (von der Linie a a a a (Fig. 1 Tab. 46 begrenzt), seewärts absacken, und zwar nach Maſsgabe die Gorsen (Aussenlande) von Flacquée, über denen die Fluth strömte, emporstiegen, und sich die Platte X seewärts verlängerte. Der Beweis dieses Satzes liegt darin, weil der Ebbestrom aus den obern, dergestalt verengten Profilen kommend, nur mit einer retardirten Geschwindigkeit auf die Helvoeter-Platte wirksam seyn konnte; und je näher sie der Hinder-Platte kam, desto mehr muſste die Wassermenge des Fluthstromes abnehmen, da sie das Profil der Mündung beschränkte. Im Jahr 1781 wurde sie auch schon von der gezogenen Linie b b b b gebildet und im Jahr 1799 gar von der punctirten Linie c c c c. So groſs, so schleunig war also ihre Vergröſserung erfolgt! Ihre höchste Stelle befindet sich in dem Theil A, welcher mit niedrigem Wasser trocken liegt. Die Zahlen zeigen die Tiefen auf ordinair niedriges Wasser reducirt (*). So wie diese Platte an Höhe und Ausdehnung gewann, nahm die Tiefe vor dem nördlichen Ufer zu. Ja es entstanden in demselben ohnweit Helvoet drey Concaven B, C, D, welche man mit vielen Werken zu decken gesucht hat (**).

(*) Nach alle den fein gezogenen Linien sind auch Tiefenmessungen von mehreren Jahren vorhanden, welche von 5 zu 5 Ruthen und noch näher angestellt sind.

(**) Es liegen da: 1) Vor dem Oudenhoornschen-Seedeiche die sogenannten *Hoornschen-Hoofden.* 2) Zwischen Helvoet und dem Quaxdiep. Beym Quax liegt die sogenannte *Nolde*, welche aus einem hohen Steinbaue besteht. No. I und II ist ein von kleinen und groſsen Steinen aufgeworfenes Parallel-

§. 288. *Die Correction des Haringvliets und der Helvoeter-Rhede* wird auf folgende Weise bewirkt werden können. 1) Aus demjenigen, was über das Haringvliet vorgetragen ist, geht hervor: dafs eine radicale Verbesserung nur von der Verstärkung des Fluthstromes und einer zweckmäfsigern Direction des Ebbestromes erwartet werden kann. Es müssen also alle diejenigen Hindernisse, wo nicht gänzlich entfernt, doch geschwächt werden, welche den Fluthstrom des Haringvliets verringern. In dieser Hinsicht wird es nöthig seyn, zur Circulation des Doppelstromes zwischen Helvoet und Flacquée zurückzukehren. Derselbe ist vorne für die gegenwärtige Wurzelursache der Helvoeter Platte selbst erklärt worden. Es ist also gezeigt, dafs der Ebbestrom des Norderdieps ein entschiedenes Uebergewicht über dessen Fluthstrom habe. Dafs diefs in neuern Zeiten noch vermehrt ist, führt Herr Blanken in seiner Preisschrift über das Haringvliet an, indem er sagt: „dafs die Fluth eine bis 1½ Stunde längs dem südlichen Ufer länger, als längs dem nördlichen, ströme.“ Man nehme nur eine Stunde an, und die Breite des Norderdieps vor Helvoet im Mittel zu 1200 Fufs, dessen mittlere Tiefe zu 50 Fufs; endlich die mittlere Geschwindigkeit der Vorfluth, womit sie einströmen könnte (in diesem engen Profil) nur zu 3 Fufs; so wird zu jeder Fluthzeit das Rivier Flacquée um 648 Millionen Cubikfufs, in einer Secunde aber um 180000 C. F. weniger Wasser erhalten, als wenn der Ebbestrom nicht durch das Norderdiep zur Zeit der Vorfluth noch eine Stunde lang ausströmte. Den hydrotechnisch nachtheiligen Doppelstrom, so viel als möglich unwirksam zu machen, ist

werk (ein mit dem Ufer beynahe parallel laufendes Steinwerk). III. IV. V. und VI. sind perpendiculäre flache Faschinenwerke, welche das Steinwerk mit dem von Faschinen construirten Parallelwerke III. VIII. verbinden. 3) Oestlich Helvoet sind noch zwey auf die Ebbe liegende Werke in IX. und X. vorhanden. 4) Ausser diesen Werken verdienen aber die Helvoeter Hafenhöfter, von denen an einem andern Orte gehandelt werden wird, alle Aufmerksamkeit. 5) Als im Jahr 1792 die Helvoeter Platte noch nicht so weit, wie jetzt seewärts hinabgesenkt war, da wurde vorgeschlagen; östlich und westlich den Hoornschen-Höftern folgende, in F. I. Tab. 46., punctirte Flügelwerke zu legen: als A A. 285. — B B, 190 R. C C, 70 — D D, 100 — E E, 195 und E F, 180 Ruthen lang. Sie sind aber nicht ausgeführt. Nachher hat Herr Blanken in seiner Preisschrift, mit einer geringen Abändernng hier sechs Flügelwerkeprojectirt. Die Hoornschen-Höfden bestehen aus folgenden Werken als:

von B bis c eine Bleslage (*) . . .	197 Ruthen.	bey	o ein Streckdamm	16 Ruthen.
bey c ein Streckdamm (**)	16 —	—	p Ibidem	15 —
— d Ibidem	31 —		q	26 —
— e — — — —	24 —	bilden zwey Drey-ecke	r ein Bermwerk	40 —
— f — — — —	17 —		s	31 —
— g ein Fangdamm (***)	72 —	bey	t — Streckdamm	17 —
— h Ibidem	37 —	—	u — — —	26 —
— i ein Streckdamm	10 —	—	v — — —	31 —
— k Ibidem	4 —	—	w — Fangdamm	50 —
— l ein Bermwerk (****)	10 —	—	y — Rundedamm	15 —
— m — Packwerk (*****)	34 —	—	x ein abandonnirter Fangdamm, welcher Verlandung erzeugen sollte.	
— n — Streckdamm	11 —			

(*) Besteht aus Faschinenwerk. (**) Faschinenwerk mit Verzäunungen versehen, das in den Strom geht. (***) Ein von Faschinen, höher als ein Streckdamm, aufgebautes Parallelwerk. (****) Uferbauwerk von Faschinen. (*****) Steil aufgebautes Faschinenwerk.

also eben so gut, als wenn die wassermenge des Haringvlieter Fluthstromes vergrössert, und also auch die Rhede vertieft würde (*). Folgende Kunstmittel dürften diesen zweck nicht ganz verfehlen. 1) Um bey dem Ebbestrom des Haringvliets, unterhalb der grofsen Platte X (de Tiengemeeten), zu verhindern, dafs er sich nach der nördlichen seite nicht zu weit ausbreite, weil eine solche Ausbreitung dessen Retardation, dessen spaltung in zwo Stromrinnen (diese werden jetzt von der Helvoeter Platte gebildet) erleichtert — befördert würde, und weil dessen Anfall endlich auf die hoornschen Höfter statt finden müfste. Ich sage also, dafs man, um diese Effecte zu verhindern, des Ebbestromes Direction auf die Mitte der Helvoeter Platte zu leiten suchen müsse. Diese Absicht werden die zwo werke I M und Z (T. 46.) (**) jenes vor der Mündung des Spuy's dieses an der Fluthspitze der Tiengemeeten angelegt, erreichen. 2) Dürfte es nöthig seyn, mittelst dem schöpfwerke L K den strom des Hitsersgats zu verstärken, damit dieser, mit Beyhülfe des werkes Z, dazu hinwirkte: den durch das Profil U Z abfliefsenden Ebbestrom auf die Mitte der Helvoeter Platte zu werfen. Auf diese weise würde denn auch dieses Ebbestromes südlicher seitenabflufs nach der Spuy-Mündung, und also der wirbelstrom daselbst, geschwächt werden. Und um diesen letztern noch mehr unwirksam zu machen, da er den Hauptstrom merklich an sich zieht, so müfste 3) die spitze des werkes Z nicht so weit Seewärts laufen, als die spitze des werkes M I. Auf diese weise würde der Ebbestrom des Haringvliets eine südlichere Richtung erhalten; folglich nicht mehr mit einer solchen grofsen wassermenge in das Norderdiep vor Helvoet einströmen; dem eintretenden Fluthstrom kein so grofses Hindernifs seyn, wie er demselben gegenwärtig ist. 4) Da die Concavität des Ufers vor dem auf Flaquée liegenden Dorfe *Bommel* und die hervorspringende Ecke vor Stad, den Ebbestrom der Mündung des Norderdieps zuwerfen, diesem N. Diep aber, wie oben gezeigt ist, so viel Ebbestrom, als möglich, entzogen werden mufs; so wird es zweckmäfsig, die concave Stromrichtung zu verbessern. Eines solchen zweckes wegen, wird es nöthig seyn: die in der Mündung des Volkeraks liegende Sandbank C fortzuschaffen, damit der aus dem Hollandsdiep kommende *Ebbestrom* in einer solchen Richtung fliefsen könne, die sich der Linie II, I. nähert. Alsdann wird ihm das Volkrak eine solche beträchtliche wassermenge als gegenwärtig, wo die Platte C gleichsam für den Kramer ein schöpfwerk bildet, nicht entschlürfen. 5) Die nämlichen zwecke zu erreichen, wurde ehemals vorgeschlagen: vor Willemstad ein werk nach der Richtung a a aufzuführen. Dasselbe würde zwar die Platte C weggetrieben haben; aber andern Theils hätte es die Tiefe vor Oltjensplatt, wo gegenwärtig schon die Stromrinne liegt, vermehren müssen; mithin würde dennoch das einschlür-

(*) Die grofsen Kriegsschiffe, welche von Helvoet nach See laufen, können wegen der geringen Tiefe nicht mehr den directen Cours zwischen der Helvoeter Platte und dem Hinder halten, sondern sie müssen erst mit der Fluth östlich fahren, um die Helvoeter Platte ganz zu umschiffen.

(**) Nach Maafsgabe des Effectes, könnten diese werke verlängert werden. Das erstere wäre vielleicht bis zum Deiche hinaufzuziehen. An der Spitze könnten sie der Ebbe; an der wurzel der Fluth oder dem Ufer gleich gelegt werden.

fende Volkrak eine, wo nicht gröfsere, doch eben so grofse Wassermenge als jetzt vom Hollandsdiep empfangen haben. Hiezu kömmt noch: dafs diese Mafsregel auch für den Fluthstrom des Haringvliets sehr nachtheilig gewesen wäre; denn es strömt derjenige des Kramers früher vor Ooltjensplaat als der des Haringvliets. Sonach würde also das Werk a a die Geschwindigkeit des erstern vergröfsern, ihn von dem Hollandsdiep abschliefsen, folglich auf diese Weise den Fluthstrom des Kramers gegen den des Haringvliets mit einer gröfsern Geschwindigkeit, das ist: mit gröfserer Stärke — anleiten; also diesem seine Geschwindigkeit verringern. Und das wäre dann gerade den Absichten, welche allein eine hydrotechnische Verbesserung (das ist die Verstärkung des Fluthstromes im Haringsvliet) hervorbringen können, entgegen. Das projectirte Werk a a kann also nicht, weder in Hinsicht des Fluth - noch des Ebbestromes, eine Verbesserung des Haringvliets hervorbringen. Wir sind demnach genöthigt, uns nach andern Mitteln umzusehen. *Sie dürften in dem Doppelwerke E F G liegen.* Dessen Effect wird folgender seyn: 1) wird es den Fluthstrom des Kramers von dem des Haringvliets trennen, das erstere Einströmen in das Bett des Haringvliets verhindern; mithin wird der Fluthstrom des Kramers, den des Haringvliets nicht mehr schwächen können. 2) Wird das Haringvliet aus dem Hollandsdiep eine gröfsere Wassermenge des Ebbestromes empfangen, weil die Platte C von dem letztern weggetrieben werden mufs, und zwar vermöge des Werkes E F G, das den Ebbestrom in das Haringsvliet hineinschöpft. Ja, es ist mehr als wahrscheinlich, dafs sich das Fahrwasser der Linie II. I. nähern wird, sobald diefs Werk einige Jahre gelegen hätte. Auch müfste es den Fluthstrom des Hollandsdiep verstärken, weil es, wie gezeigt ist, den des Haringvliets vergröfsern wird; andern Theils aber auch aus dem Grunde, da es die Platte B, vermittelst dem eingeengten Fluthstrom abflächen und also den Abhang des Bettes, so wie das Profil vergröfsern mufs. Man schliefse aus diesem Austiefungs - Effecte des Werkes aber nicht zu voreilig: „dafs es also auch den Ebbestrom des Hollandsdiep in das Volkrak mehr als ehemals ziehen müfste.“ Nein diese Wirkung wird aus dem Grunde nicht erfolgen; weil die Ebbe eher im Haringsvliet, als im Kramer wirksam ist (diefs beweisen die Wahrnehmungen über Ebbe und Fluth angestellt) und weil die Lage des Werkes in Hinsicht des Ufers vor Willemstadt den Einflufs von Hollandsdiep in das Haringvliet sehr begünstigt. Kurz, die vorgeschlagenen Bauwerke werden den Fluth - und Ebbestrom des Haringvliets vergröfsern, des letztern Richtung auf die südliche Seite der Helvoeter Platte zu determiniren suchen, sie also abflächen, und auf diese Weise wird der Ebbestrom im Norderdiep geschwächt, also das Helvoeter Ufer weniger angegriffen, und endlich wird dem Fluthstrom eine längere Dauer gegeben werden.

Was die Ausführung der vier verschiedenen Bauwerke betrifft, so wird sie allerdings mit grofsen Kosten und Schwierigkeiten verknüpft seyn. Wie grofs sind aber nicht diejenigen gewesen, welche die Holländer getragen — überwunden haben! Die sämmtlichen Werke dürften mit Sinkstücken und dann auch zum Theil in den ober-

sten Lagen nach Art des Faschinenbaues zu construiren: mit Brick - und Ballaststeinen zu beschweren seyn. Dasjenige in E F G wird, da es den Fluthstrom des Kramers vom Haringvliet trennen soll; andern Theils, damit der Flügel F G den Ebbestrom des Hollandsdiep in das Rivier Haringvliet um so kräftiger einschöpfen könne, eine Höhe erhalten müssen, so daſs das Fluthwerk F F (*) an der Wurzel dem Deiche; dessen Spitze der ordinären Fluth gleich zu liegen kömmt. Des Flügels Spitze G könnte aber so niedrig als die Ebbe liegen.

Nachdem nun diejenigen Mittel erwogen sind, welche selbst in den Strömen, die verbessert werden sollen, in Anwendung gebracht werden können, so wird noch zu untersuchen seyn: ob denn der Zuschluſs des Altenwiels (T. 39.) einen vortheilhaften oder nachtheiligen Einfluſs auf den Zustand des Hollandsdieps und Haringvliet's haben werde. Ich werde hier das erstere zu erweisen suchen. Wenn es eine Thatsache ist, welche niemand läugnen kann, daſs der Strom, durh den Altenwiel flieſsend, eine Menge Materials von den vielen aufgeschlickten Inseln, woraus der Biesbosch besteht, abreiſst; andern Theils von der Waal und der Merwede, nach dem Hollandsdiep und dem Haringsvliet bringt; wenn dieser Strom die Neigung des Fluthstromes, aus jenen Rivieren kommend, verringert, und also auch dessen Vermögen schwächt: so ist es einleuchtend, daſs der Fluſsstrom, welcher durch den Altenwiel flieſst, eine wesentliche Ursache zur Verringerung des Fluthstromes im Haringsvliet; zur Ansetzung der Mittelplatten ist. Daſs aber die Gröſse des durch den Altenwiel flieſsenden Stromes gegen die groſsen Betten jener Seemündungen in keinen besondern Anschlag kömmt, lehrt schon der Augenschein. Daſs er aber in der südwestlichen Mündung des Biesbosches fähig seyn könne, den aufkommenden Fluthstrom zu schwächen, dieſs scheint diese enge Profilstelle zu beweisen. Uebrigens spricht auch die Erfahrung für dieses Raisonnement: denn seitdem die Waal und der Altewiel eine gröſsere Wassermenge abführt, ist der hydrotechnische Zustand des Haringvliet's mit fürchterlicher Schnelle verschlimmert worden.

Ob ich gleich überzeugt bin: daſs die vorgetragenen Entwürfe in Rücksicht der Wissenschaft nicht ganz ohne Nutzen seyn werden, so bescheide ich mich doch gerne, daſs sie noch wesentlicher Verbesserungen fähig sind. Zu einem Raisonnement, welches der Ausführung werth seyn, das die Länge eines jeden Werkes bestimmen soll, dürfte eine genaue hydrometrische Untersuchung des Haringvliet's; des Kramers, und des Hollandsdieps gehören. Untersuchungen, welche bis jetzt fehlen.

§. 289. Der *von der Südersee*, bis zum *Wycker-Meere* vor *Amsterdam* vorbeyziehende Strom, das Y (ey), s. Tab. 41. und 51., ist sowohl wegen der Schifffahrt als der Auswässerung von Nordholland, Amstel- und Rheinland und der Circulation des Wassers in den Canälen von Amsterdam äusserst wichtig. Er verdient daher die Aufmerksamkeit der Wasserbaukundigen in einem hohen Grade. Insofern mit demsel-

(*) Die Tiefe wird hier, bey der Ebbe, 10 bis 13 Fuſs betragen.

ben der zustand von der *Aeufsern-zaane* (T. 51.) in verbindung steht, so kann dieser letztere Flufs hier nicht übergangen werden. Der zustand der zaane ist für die schiffahrt, ihrer geringen Tiefe (von 7 bis 8 schuh) wegen, sehr nachtheilig, weil darin, bey dem ehemaligen commerz *zaandamms*, zehn schuh tief gehende schiffe segeln sollten. Ihre verschlämmung, die bey der krummen Bahn, und dadurch, dafs die nur 8″ steigende Fluth viele stoffe darin einführt, erfolgen mufs, würde für Alkmaar und ganz Nordholland, wegen der Auswässerung und der wassercommunicationen mit Amsterdam, äufserst nachtheilig seyn. Kein wunder daher, wenn der verewigte *Brunings* vorschläge zu ihrer verbesserung machte, die ich kurz anführen will. Das erstere, aber äusserst kostbare Mittel, sollte in einer gänzlichen, durch Baggermaschinen zu bewerkstelligenden vertiefung dieser Aeussern-zaane und der Abschliefsung bestehen. Das zweyte sey durch eine zu vermehrende Geschwindigkeit der Ebbe zu bewirken, wenn man ein 2400′ langes Faschinenbauwerk A B bis zur ordinären Fluth anlegte, und dessen Ende mit einem Pfahlbau einschlöfse; darin aber bey X zum Behuf der daselbst liegenden Lohmühlen eine Oefnung liefse; ein ähnliches Bauwerk von C nach D und E: ein drittes an der Ostseite anlegte, den östlichen Arm der zaane mit einem drey schuh über die Fluth reichenden Damm absperrte; in der zaane-Mündung für die schiffe einen hinreichend tiefen Fahrcanal ausbaggerte, auf denselben mittelst eines Faschinenwerkes L M die Fluth dirigirte; längs diesem letztern werke aber so, wie in der ganzen Aeufsern-zaane, einen 120 schuh breiten Fahrcanal austiefte, und endlich das Ufer von der Kugelbaake an, mit einem Faschinenbau sicherte. Brunings beschliefst das über die verbesserung der zaane und des davor liegenden Bezirkes vom Ye, geschriebene Memoire folgendermassen: „So wie es von der einen seite gewifs ist, dafs die Abnahme des Oostzaandamer Aufsendeichslandes eine veruntiefung des Fahrwassers in dem Ye (woran in Rücksicht der inländischen schiffahrt so sehr viel gelegen ist) zur Folge hat; eben so gewifs ist es an der andern seite, dafs diese veruntiefung des Fahrwassers vollends arg werden mufs, wenn das Eiland Jan Rebellenwaard noch länger sich selbst überlassen bleibt. Dieses Eiland, das im Jahr 1700, niedriges Riethland war, dessen Länge von Norden bis zum Süden ungefähr 285 Ruthen, und dessen Breite in der Mitte nur sechs Ruthen betrug, ist jetzt an zwey Plätzen durchgespühlt, so dafs es nunmehr drey einzelne stücke sind, von denen das nördlichste zuverlässig eben so, wie das Eiland in dem Barndegatten-Meir, in kurzer zeit ganz wegspühlen wird, welches nothwendig eine höchst nachtheilige veruntiefung des Fahrwassers daselbst zur Folge haben mufs; indem alsdann der weg zur Passage des wassers weiter, und also die Geschwindigkeit desselben noch mehr vermindert wird, als schon bisher durch die Durchbrüche des Eilandes geschehen ist. Die Erhaltung der schifffahrt im Allgemeinen, und die gute Beschaffenheit der Mündung der Buitenzaan insbesondere erfordern hier also eine baldige verbesserung, welche darin bestehen würde, dafs die von einander getrennten stücke des Jan Rebellen-

waard an einander gehängt, und also ein hinlänglich starker Faschinendamm von dem nördlichsten stücke desselben bis zu dem Norderpuncte des Eilandes Horn gelegt, und dieser Punct gegen Abbruch hinlänglich gesichert werde. Hierdurch würde nicht blofs die Tiefe des Fahrwassers im Ye erhalten, sondern auch zugleich die Mündung der Buitenzaan sehr verbessert werden."

§. 290. *Die von der süder - see durch den Pampus in das Y einströmenden sturmfluthen haben öfters einen Theil der stadt Amsterdam und das südlich dem Y liegende Rhein - und Amstelland überschwemmt.* Seit dem Jahre 1701 sind 87 Sturmfluthen eingetreten, wovon die höchsten, nämlich die am 25. Dezember 1717 vorgefallenen 96 zoll, und die am 16. Jänner 1808 eingetretene, 101′ über die ordinäre Fluth gestiegen sind. *Rheinland* suchte sich durch ein von Spaarndamm nach Sandpoort (Tab. 41.) mit einem, im Jahre 1612 angelegten Deich, in dem Fall gegen die Fluth zu schützen, wenn der am Wyker - Meer vor dem Velserbroeck liegende Deich durchbrach, und kaufte zu der Anlage für 46589 fl. Grundstücke. Diesen von Spaarndamm nach Sandpoort ziehenden Deich nennt man den *slaaper - Deich.* Die stadt Amsterdam protestirte bald gegen dessen hohe Lage, weil sie in der Meinung stand, dafs durch einen Ueberfall der Fluthen über denselben, vor Amsterdam, das wasser erniedrigt werde. Der slaaper wurde daher endlich im Jahre 1659 zu 52 zoll Amsterdamer Pegel d. i. eben so viel über die ordinäre Fluth gelegt, wiewohl der zwischen Spaarndam und Halfwege liegende Deich 106½ zoll, der bis Amsterdam gehende aber 120 zoll hoch liegt. Durch die niedrige Lage dieses slaaper - Deiches hoffte man auch die nördlich am Y liegenden Deiche zu sichern, indem man davon den hohen wasserstand abzuleiten glaubte. Derselbe besteht aus ziemlich guter Erde, seine Krone ist convex gerundet, die innere Böschung verhält sich zur Höhe wie 13, 5 : 1. Ich fand ihn im Jahre 1795 gut unterhalten. Dessen Länge beträgt 580 Ruthen.

Nach dieser kurzen Beschreibung will ich übergehen, zu der Untersuchung: *ob durch den Ueberfall des wassers über den slaaper - Deich, der wasserstand vor Amsterdam wirklich erniedrigt werde.?* Erstens ist es klar, dafs man den Y strom nicht als ein für sich bestehendes Bassin ansehen dürfe; sondern, dafs er ein, mit der südersee, ja vermöge des Fluth - und Ebbestromes mit der Nordsee in Verbindung stehender strom ist. Wäre er ein für sich bestehender wasserbehälter (ein Teich), wofür ihn noch alle Vertheidiger der niedrigen Lage des slaapers halten; so müfste seine wasserfläche, zur zeit, wenn der Ueberlafs wirkt, erniedrigt werden. So aber steht die sache ganz anders, indem wir es mit einem wirklichen strome zu thun haben. Gesetzt: das Y stände bey einer Höhe von 52 zoll Amsterdamer Pegel vollkommen wasserpafs, und erreiche also die Krone des slaaperdeiches; es schwelle noch höher an, und überströme diese um 36 zoll mit 5 Fufs Geschwindigkeit in der secunde, so würde er in diesem zeitraume $580 \times 12 \times 3 \times 5 = 104400$ cubikfufs wasser entlasten. Nun ist die oberfläche des Ye's, vom Pampus an, bis Velsen, beyläufig

685440000 Quadrat-Fuſs groſs. Es würde also eine stunde 48 Minuten erfodern, um vermittelst jener Entlastung das Y nur einen schuh zu erniedrigen: *wenn nämlich aus der südersee kein Tropfen zuflöſse.* So wie nun die obige Geschwindigkeit, welche dem über den slaaper strömenden wasser gegeben ist, gewiſs überflüſsig groſs angenommen wurde, so will ich (um ein übriges zu thun) den von der südersee in das Y einströmenden Fluthstrom geringe berechnen. Dessen mittlere Geschwindigkeit betrage bey volwyck, in der engsten Profilstelle, 2,5 schuh in der secunde. Die Breite zu 1560 Fuſs, die mittlere Tiefe zu 33 Fuſs (bey einer solchen Höhe, wobey der slaaper Erniedrigung des Ye's bewirken kann) so wird die wassermenge des Fluthstromes 128700 Cubikfuſs in der secunde betragen. Sie überstiege demnach die über den slaaper strömende um 24300 Cubikfuſs. Wenigstens wird man eingestehen müssen: daſs die Rechnung (zur Fluthzeit) zu Gunsten des Effects, den der slaaperdeich hervorbringen kann, entworfen ist. Erwägt man nun den hydraulischen Grundsatz: daſs bey Ebbe - und Fluthströmen kein steigen in der oberfläche eines von nahen Ufern eingeschlossenen Meerbusens möglich ist, als wenn die wassermenge der obern Querprofile die der untern übertrifft; so ist es nach dem Grundsatze von dem verhältniſse der Profile §. 35., und dem Druckvermögen der obern Querschnitte auf die nächstfolgenden evident, daſs im Y keine Erhebung der wasserfläche gedenkbar sey, wenn die in das Y einströmende wassermenge nicht von Moment zu Moment zunähme, oder wenn der wind die oberfläche nicht aufthürmte. Da aber dieser bey sturmfluthen nordwestlich, also vom wyckermeer nach dem Pampus hinweht; so fällt dessen günstige Kraft für den Effect des slaaperdeiches weg. Die aus der südersee in das Y einströmende wassermenge ist daher beständig gröſser, als diejenige, welche über den slaaperdeich fällt. Dieses stimmt auch mit den zu Halfwege und spaarndam, über das steigen und Fallen der Fluth, angestellten Beobachtungen aufs beste überein, welches unten noch näher entwickelt werden wird. Es ist sonach von dem slaaperdeich keine Erniedrigung des Ye's vor Amsterdam. zu erwarten. Und dieſs wird dem Ingenieur noch einleuchtender, wenn er erwägt: 1) daſs während hoher Fluthen im Y (welche von sturmfluthen in der Nordsee entstehen), die gewöhnliche Circulation von Ebbe und Fluth nicht statt findet, sondern daſs nur allein der Fluthstrom wirksam ist (*). 2) Daſs dieser Ueberlaſs vermöge der Cohäsion des wassers anfänglich in der ihm zunächst liegenden wassermasse die Geschwindigkeit accelerire: folglich diese Beschleunigung sich in der gesammten Masse des Ye's ausdehnen werde; daſs also der Ueberlaſs in das westliche Y eine gröſsere wassermenge ziehen müsse, als hineinflieſsen würde, wenn er nicht existirte; oder welches einerley ist: als wenn das Y nach allen seiten mit hohen Deichen umgeben wäre. Dieſs sind im Kurzen die Gründe, welche gegen den Ueberlaſs sprechen. Ein Kunstmittel, welches so äuſserst nachtheilig für Rheinland ist, indem es einen beträchtlichen Theil davon mit salzwasser überschwemmt, das den wiesen, Aeckern, Gärten

(*) Gewöhnlich dauert im Y die Fluth 16 3/4, und die Ebbe nur 8 Stunden.

sehr schädlich ist, und welches selbst für die Gesundheit der Einwohner die schlimmsten Folgen hervorbringt. Auch in Rücksicht der Entwässerung von Rheinland ist dieser Ueberlafs von grofsen Nachtheil: denn das Wasser, welches er in den Busen von Rheinland (in die Spaarne und das Haarlemer Meer u. s. w.) bringt, mufs durch die Schleusen zu Halfwege und Spaarndam erst abfliefsen, bevor das eigentliche Busenwasser abfliefsen kann. Ja, Rheinlands-Busen ist von diesem überströmenden Wasser 1791 12½ Zoll erhöhet worden. Ohne also den Slaaper dergestalt zu erhöhen, dafs er den Seedeichen gleich liegt, ist keine Verbesserung von Rheinlands Auswässerung vollständig zu bewirken, selbst mit Hülfe der bey Katwyck jetzt angelegten Schleuse. Wenn man nun die ungeheuere Ausdehnung dieses Busens betrachtet, dessen Oberfläche wenigstens 1684800000 Quadrat-Fufs beträgt; so wird es einleuchtend, dafs eine grofse Anzahl von Schleusengängen (*) dazu gehört, um die ungeheuere (über den Slaaper geströmte), Wassermenge wieder zurück in das Y, durch die bey Halfwege und Spaarndam liegenden Schleusen, zu entlasten. So lange aber diese nicht ausgelaufen ist, kann das eigentliche Busenwasser, wie gesagt, nicht in das Y abfliefsen. Kurz, die Zwecklosigkeit des Slaaperdeiches ist schon von mehreren Ingenieurs anerkannt. Wir wollen nun den Slaaper noch in Rücksicht des Ye's vor Amsterdam betrachten. Für dessen Fahrbarkeit oder Vertiefung könnte er nämlich einen guten Effect hervorbringen, wenn er daselbst die Geschwindigkeit des Y stromes dergestalt vermehrte, so dafs der Fluthstrom eine gröfsere Menge von Stoffen wegführen könnte, als wenn er nicht existirte; nicht des Stromes Geschwindigkeit vermehrte. A priori wird sich indessen nicht bestimmen lassen, wie viel die vergröfserte Geschwindigkeit betragen werde. Auch gehört schon ein anhaltendes Ueberströmen des Slaapers dazu, wenn die Geschwindigkeit des Ye's *vor Amsterdam* vermehrt werden soll, ob gleich dessen Oberfläche, bey hohen Fluthen, hier höher, als bey Spaarndam steht.

Ueber die Nützlichkeit und Schädlichkeit des Slaaper-Deiches hat der verewigte Brunings 1793 eine Abhandlung geschrieben, die ich in der ersten Auflage. II. B. S. 329. etc. mittheilte, und gleichfalls die letztere erwiesen, und dargethan, dafs aus der niedrigen Lage des Slaaperdeiches, nicht eine Erniedrigung von der Oberfläche des Ye's entstehen könne. Er beschliefst diesen Aufsatz mit der sehr richtigen Bemerkung, dafs wenn ein solcher Ueberlafs (wie dieser Deich) östlich, das ist in der Nähe des *Pampus* angebracht wäre, die Erniedrigung des Y'es bewirkt werden könne. Nach ihm hat der verstorbene Wasserbau-Inspector *Conrad* im J. 1802 eine vortreffliche Abhandlung über diesen Gegenstand geschrieben, worin gleichfalls der Nachtheil des *Slaaper-Deiches* nicht nur durch ein gründliches Raisonnement, sondern auch durch eine Menge von Beobachtungen über die Fluth bey Amsterdam und Spaarndam, bewiesen ist. S. 17. — 20. Derselbe vergleicht S. 17. das Profil des beym Slaaper-Deich überstür-

(*) Unter einem Schleusengang versteht man die Zeit, in welcher die Thore einer Entwässerungsschleuse offen stehen, oder die Zeit, wo der zu entwässernde Busen höher, als das äufsere Wasser steht; worin jener (das ist das *Binnen-Wasser*) also durch die Schleuse strömt.

zenden wassers mit der engen profilstelle bey *volewych* (T. 41.) vor Amsterdam, im Fall das wasser zu einer Höhe von zwey schuh über diesen ueberlafs stürzt. Er bemerkt, dafs die mittlere Tiefe unter dem Nullpunct des Amsterdamer-Pegels in dem profil bey Amsterdam $26\frac{138}{1000}$ schuh betrage, die Breite aber 1560′, folglich die stromsection 40775 Quadratschuh ausmache. Wenn nun das wasser über den Slaaper-Deich zwey schuh überlaufe, so steht die Oberfläche des Y'*es* 76 zoll über den Nullpunct des Amsterdamer Pegels. Hiezu kommen noch a) 9880 Quadratschuh, weil nach den bisherigen Beobachtungen das Y vor Amsterdam immer höher als bey Spaarndam steht, b) dasjenige wasser, welches sich bey der Höhe von 76 zoll aus dem östlichen Y über die Landzunge bey volewyck wirft, und dessen profil *conrad* zu 12100 Quadratschuh berechnet, so dafs im Ganzen ein profil von 62735 Quadratschuh entstehe. Nun betrage das profil bey einer wasserhöhe von 76 zoll Amsterdamer Pegel oder bey einem ueberstürze von zwey schuh bey dem *slaaper* 14400 Quadratfufs, so dafs dieses also sich zu jenem profil wie 1 : $4\frac{1}{2}$ verhalte. Jetzt berechnet er nach der Büat'schen Theorie, indem er die Breite von dem Slaaper-Deich zu 600 Ruthen = l, die Höhe des darüber stürzenden wassers von 2 schuh = h setzt, die wassermenge m = 3,301 l. h $\frac{3}{2}$ = 67224 cubickschuh in einer secunde. Da nun das profil der Y-Mündung 62735 Quadratschuh darbiethe, so müsse die Geschwindigkeit beyläufig 12 zoll in einer secunde seyn. Dieselbe betrage aber nach den von den Professoren Allemand und van de wynpersse gemachten Beobachtungen $2\frac{1}{2}$ schuh in einer secunde. Es sey demnach klar, dafs die durch den pampus einströmende wassermenge gröfser, als die über den slaaper-Deich stürzende ist. Wenn man auch diese überstürzende wassermasse so grofs als man wollte, annähme, so würde sie doch wegen der verbindung, worin das Y mit der süder-see steht, niemahls diejenige übertreffen, die vor Amsterdam vorbeyströmt. Endlich begründet er noch diese sache durch viele über den stand der Fluthen angestellte Beobachtungen, die alle bestimmt zeigen, dafs das wasser des Y'es vor Amsterdam, während der sturmfluthen, stets höher gestanden hat, als bey spaarndamm, so dafs also hieraus schon die unzweckmäfsigkeit des slaaper bewiesen ist, wenn man von den vornstehenden Berechnungen auch abstrahirt. Es ist daher unbegreiflich, dafs man zum Nachtheil von *Rheinland*, *woerden*, *Amstelland* und der stadt *Haarlem*, den slaaper-Deich nicht längstens bis zur seedeiches Höhe erhöhete.

§. 291. *Von dem schlechten zustand des Y-stromes vor Amsterdam, in Rücksicht der schifffahrt, und von den mitteln, ihn zu verbessern* (T. 41. 42. 51.) haben diejenigen Holländer, welche darüber zu Rathe gezogen wurden, sehr verschiedene Meinungen gehabt. Ich will daher zuerst das Locale untersuchen, dann die verschiedenen projecte kurz analysiren, und endlich einige verbesserungs-vorschläge entwerfen. Wenn man die Richtung des *pampus*, das ist die stromrinne der aus der südersee in das Y einströmenden Fluth, betrachtet; so ist es einleuchtend, dafs

dessen Direction einen Anfall des Fluthstromes auf das ufer vor dem Diemer-Deich bewirken, und daſs also die stromrinne des *Y-oortes* dem südlichen ufer näher als dem nördlichen seyn müsse. Daher auch bey jenem die Deichbrüche; daher die mit grossen Kosten gemachte steindossirung längs dem Deichfuſse. Geht man den ufern des Ye's nach, so stöſst man an der südlichen seite auf das sogenannte Paardehoek (T. 51.) (Pferde-Eck) und trift zwischen schellingwoude und Nieuwendam ein concaves ufer(*). Dieses ufer empfängt den strom, indem es ihm ein weites Bett darbietet, und das Pferde-Eck wirft ihm auch den strom zu. Der Ingenieur, welcher sich diese Richtung des Fluthstromes denkt, und die Profile zwischen schellingwoude und dem Pferde-Eck mit den groſsen Profilen zwischen Amsterdam und Nieuwendam vergleicht, wird einsehen, daſs der Fluthstrom in den letztern Profilen retardirt werden muſste §. 35., und daſs diese Retardation die vorzüglichste ursache zur Ansetzung der ungeheuren Modder-oder schlickplatte, (auf der Karte (T. 51.) punctirt), gewesen sey. Es ist sonach die Pferde-Ecke und das weite Bett die erste und wesentliche ursache dieser Platte. Ferner ist die stromenge bey volewyck eine zwote, denn diese Enge retardirt den Fluthstrom in seinen obern Profilen § 52. Des Ebbestromes (vom Y vor Amsterdam) Geschwindigkeit wird auch dadurch geschwächt, daſs er aus dieser stromenge in das weite Bett sich ausbreiten kann. Die ausserwesentlichen ursachen, welche zur Erweiterung der schlickplatte beygetragen haben, und noch beytragen dürften, sind: a) *Die Lage derer schiffe*, die da in einer dichten Reihe stationirt sind. b) Die übrigen schiffe und Fahrzeuge aller Art in der Queere und zerstreut vor Amsterdam liegend. c) Die Pfahlwände und Höfter, welche theils in das Bett hinein, andern Theils vom ufer abgehen. d) Die aus den Gragten (stadtcanäle) ausgespühlten stoffen (**). e) Zu diesen stoffen kommen noch diejenigen, welche aus den schiffen geworfen werden, von denen viele an den schiffen, Pfahlwänden, Höftern und Duc d'alben hangen blieben, deren gröſster Theil aber von den vorebben längs dem *waal* (das ist die lange Pfahlreihe) fortgeführt wird, und dann an der östlichen seite liegen bleibt, wozu die Pferde-Ecke beyträgt, weil sie des Ebbestromes Geschwindigkeit längs dem südlichen waal und dem ziekewater retardirt. Da wo aber die schiffe in der *Laage* stationiren, ist fast keine regulaire Bewegung im wasser (nämlich in der Laage selbst); und überdem drückt der Hindertheil der schiffe den Modder zusammen, weil er darauf festsitzt. Zwischen dieser *Laage* und dem Kay ist auch nur ein geringer strom, eines Theils wegen dieser *Laage* selbst, und dann auch wegen der vielen Hindernisse, die wir bereits erwähnten. Hiezu kömmt das abwechselnde oder oder ungleiche Ausströmen des wassers aus den stadt-Canälen, in denen das circulirende wasser bald

(*) Wir betrachten hier zuerst des stromes Bahn zu der zeit als die werke T und Z noch nicht existirten.

(**) Es ist zu wünschen, daſs die Amsterdamer Polizey verordnen möge, nicht allen Unrath in die Gragten zu werfen, und die Gattung desselben zu bestimmen. Denn diese sache ist für die schifffahrt, aber was noch wichtiger ist, für die Gesundheit der Einwohner von groſser Bedeutung.

nähere bald kürzere wege zurückzulegen hat, je nachdem diese canäle lang sind, und mit mehreren in verbindung stehen, so dafs das wasser an der einen schleusse schon ausströmt, wenn es aus einer andern nur langsam ausfliefst. Dieses verschiedene Ausströmen verursacht widerströme zwischen der schiflslaage, dem kay, und dem Admiralitäts-werf. Kein wunder also, wenn alle diese umstände zur weitern Ausdehnung der schlickplatte, deren oberfläche nur von dem woogenden wasser abgeflächt, also fast zu einer und derselben Höhe erhalten wird; wenn endlich, nachdem das Fahrwasser vor Amsterdam immer mehr abwich, so wie sich diese Platte ausdehnte, die committirten Räthe von Holland und die stadt Amsterdam die grofse Gefahr erkannten, welche der schifffahrt und dem Handel von dieser untiefe entstehen mufste, wenn man sich endlich mit Eifer nach Hülfsmitteln umsah.

Bey dieser gränzenlosen wichtigkeit des Y-stromes für Amsterdam, ja! für ganz Holland, ist es zu verwundern, dafs es an genauen hydrometrischen untersuchungen gefehlt hat; und wenn man die Tiefenmessungen unter andern im Jahr 1672 und 1781 auf dem Eise angestellt, ausnimmt (*), so sind keine wichtige Data gesammelt worden; denn die Paar Geschwindigkeitsmessungen von dem Lector steenstra, die derselbe vermittelst mit eisernen Ketten und Tauen zusammengekoppelter Kugeln verrichtete, und wogegen Brunings manche zweifel mit vollem Rechte erhoben hat, so wie die von den Professoren Allemand und wynpersse angestellten, kommen in keinen Betracht. Von dem Y-oort sind gar keine Tiefenmessungen in allen weitläuftigen schriften der Holländer erwähnt, noch viel weniger von dem Pampus, ja! es verdient gewifs angemerkt zu werden, dafs sich steenstra in seinem Raisonnement fast immer auf die Aussagen der schiffer stützt. Diesem Mangel an hydrometrischen untersuchungen ist es denn auch wohl vorzüglich beyzumessen, dafs selbst so verschiedene Meinungen über die Richtung der stromrinnen und der Tiefen und über die Geschwindigkeiten statt fand.

Ich komme daher zu der Analyse der verschiedenen Projecte (T. 51.). Der Generalinspector Brunings, der Aufseher von Rheinland, und der Landmesser Bolstra, welche im Jahr 1772 um Rath gefragt wurden, schlugen vor: 1) Das Pferde-Eck bey C auf eine Breite von 18 Ruthen, 4 Fufs unter dem Amsterdamer-Pegel abzugraben. 2) Die verfallene *Kade* D aufzuräumen. 3) Statt derselben in das *zickewater* hinein, östlich dem Oostindischen Compagnie-Baum, auf eine Länge von 720 Fufs, eine einzelne Pfahlreihe e e zu schlagen, um dem Ebbestrome eine bessere Leitung über die Modderbank zu geben, und dessen Einfall in das zickewater zu verhindern. 4) Wollten sie gegen schellingwoude ein Höfd A A, auf solche Höhe legen, so dafs die obern Gurthölzer der ordinairen Fluthhöhe gleich kommen sollten. Aus diesem Holzbauprojecte geht also hervor, dafs damahls der vortreffliche Bau mit sinkstücken und der

(*) Zu den Tiefenmessungen diente die Linie X V, zur Basis. Auf dieser wurden Quadrate (von 50 Ruthen jede seite) construirt. Gegen der volewyck wurden solche vierecke auf die Linie P Q errichtet. Die letztere Tiefenmessung ist auf dem Eise 1781 von den Directoren schilling und creutz bewerkstelligt. Daraus sind einige Tiefen in die Karte der 51. Kupfertafel eingetragen worden.

Faschinenbau noch nicht so allgemein, wie gegenwärtig in Holland eingeführt war. 5) Um den Fluth- so wie den Ebbestrom nach der südlichen Seite zu leiten, schlugen sie vor, vom Schelvishofd an ein neues Hofd von B nach B aufzuführen. Die Kosten aller dieser Anlagen berechneten sie zu 250280 fl. So sehr die hydrotechnischen Vortheile dieser Vorschläge auch einem jeden, der Sache unpartheyisch Nachdenkenden einleuchten müssen; so schienen sie doch, wer weifs aus welchen Gründen, bey den Staaten von Holland und Westvriesland keinen sonderlichen Eingang gefunden zu haben; denn sie übergaben sie dem Lector Steenstra. Ein Mann, der mit seinen theoretischen Kenntnissen und der Bekanntschaft, die er mit den italiänischen Schriften eines Guglielmini und Lecchi, (kurz die er mit der Raccolta d'autori che trattano del moto dell'aque, deren Verfasser aber von der Natur der Ebbe- und Fluthströme sehr wenig Erfahrung und manche unrichtige Vorstellungen haben) gemacht hatte, über alles dasjenige sich hinauszusetzen beliebte, was aus vieljähriger Beobachtung, mit andwendbarer Theorie verknüpft, abgeleitet worden war. Nicht selten widersprach er auch mit dem Muthwillen eines alleswissenden Literators schnurstracks den bündigsten Beweisen des Generalinspectors Brunings, und mischte dann in seinen Raisonnements eben so viel Bitterkeit als Weitschweifigkeit. Diese geht so weit, dafs es mir viel Ueberwindung gekostet hat, seine Abhandlungen bis zu Ende durchzulesen. Er rechnet darin weder auf den Effect, den ein beengter Strom, noch auf den, welchen ein besser geleiteter auf die Untiefe hervorbringen würde. In der engsten Profilstelle bey Wolewyck dachte er sich noch eine Anschlickung wahrscheinlich, so bald das Pferde-Eck eingekürzt seyn würde. Mufs aber nicht in dieser Stromenge die Geschwindigkeit vermehrt werden, wenn man vermittelst den Werken A A und B B die Schlickplatte abgeflächt, selbst verkleinert und das Pferde-Eck eingekürzt hätte; wenn diese Werke es dem Fluthstrom verhindert hätten, sich nach Nieuwendam seitwärts auszudehnen §. 35. Wie konnte er also dem Pferde-Eck keinen schädlichen Einflufs auf die Richtung des Stromes zugestehen? Er betrachtet den Boden des Ye's in Beziehung seines Abhanges nach den Seemündungen, Texel etc. hin, und schliefst aus diesem Abhange: „dafs der Ebbestrom stärker als der Fluthstrom seyn müsse." Hätte er auf den Pampus, dessen Bett 30 bis 40 Schuh höher als das Bett des Ye's in der Stromrinne vor Amsterdam liegt, Rücksicht genommen; so würde er sich *wenigstens in Rücksicht des Abhanges von dem Bette*, vom Gegentheil überzeugt haben. *Aus der längern Dauer der Fluth im Y gegen die Ebbe*, liefse sich aber auf eine gröfsere Geschwindigkeit der letztern gegen jene schliefsen, zumahl wenn man erwägt, dafs das Wasser, welches die Rheinlandschen und die Nordholländischen Schleusen zuführen doch auch mit der Ebbe vor Amsterdam vorbey fliefsen mufs. Und *in dieser Hinsicht* bin ich denn auch der Meinung, dafs die mittlere Geschwindigkeit in der Oberfläche des Ebbestromes gröfser als die mittlere Geschwindigkeit in der Oberfläche des Fluthstromes vor Amsterdam seyn müsse. Nach-

dem nun Steenstra dem oben erwähnten Bruningschen Vorschlage manche Mängel aufgeladen hatte, ohne sie hinlänglich erwiesen zu haben, so schlug er vor: 1) Die Werke T und Z aufzuführen, und die Kade D wieder herzustellen. Zu dessen consideratien schrieb Brunings Anmerkungen, und diese beantwortete er wieder. Kurz, die sämmtlichen Raisonnements wurden den Professoren Allemand und van de Wynpersse zur Entscheidung übergeben, und diese stimmten — für das Steenstrasche Project! Im Jahr 1778 wurde es unter Steenstra's Direction ausgeführt, und die Werke T und Z bestehen aus Buschwerk, welches mit einer Pfahlwand umgeben ist. Sie liegen etwa zwey Fuſs über die ordinaire Fluth. Zu gleicher Zeit lieſs er das Zickewater von Y, mittelst eines mit Pfählen umgebenen Buschdammes D abschlieſsen. Und dann wurde endlich an mehreren Stellen vor Amsterdam mit Moddermaschinen gearbeitet, bis auf eine Tiefe von 8 Fuſs. Der Modder wurde in das Zickewater mit Fahrzeugen gefahren. Die ausgebaggerten Stellen waren aber bereits 1781 wieder zugeschlämmt (*).

Beobachtet man nun die Direction der Stromrinne und die Figur des Bettes (in den T. 51. obenstehenden Profilen sichtbar) die Oberfläche oder Weite der Bahn, so scheint es gewiſs, daſs der Fluthstrom, zwischen den Werken T und Z eine Bay findend, vor wie nach retardirt wurde, indem er sich ausbreiten konnte, und von dem Pferde-Eck in die Fläche vor dem Nieuwendammer concaven Ufer hineingeleitet wurde. Der Direction, welche ihm Steenstra mit diesen Werken, auf die Moderbank hin, geben wollte, konnte er also nicht kräftig genug folgen; denn sonst hätte die Abnahme dieser Bank noch mehr betragen müssen, als sie betrug, da Redelykheid und Goudrian i. J. 1781 die Tiefen, also den Effect der Werke, untersuchten. Die beygefügten Profile No. 1. T. 51. legen diesen Effect deutlich vor Augen. Um wie viel gröſser würde aber derselbe nicht seyn, wenn man den Strom mehr einengte, und ihn directer auf die Bank anleitete? In dieser Hinsicht wäre also auch das Bruningsche Project zweckmäſsiger gewesen; das Werk A A würde nämlich die Fluthmündung des Ye's vertieft haben, indem es des Fluthstromes Geschwindigkeit vergröſsert hätte; und das Einkürzen des Pferde-Ecks würde die Abflächung der Platte noch mehr befördert haben, indem dadurch dem Fluthstrom ein südlicher Weg angewiesen würde. Daſs aber der von dieser Platte abgerissene Schlick nicht vor der Stadt hätte liegen bleiben können, wie manche sich einbildeten, dieſs zeigt ein Blick auf der Karte; denn würde derselbe nicht vom Fluthstrom durch das vertiefte Profil beym Pferde-Eck geführt worden seyn? Aber auch das Werk B B würde dem Ebbestrom eine solche Direction gegeben haben, vermöge welcher die Stromrinne näher der Schlickplatte als von dem mehr zurückliegenden Werke T gebracht worden wäre. Und endlich würde dieser

(*) Auch noch jetzt werden eine Anzahl Modder- oder Baggermaschinen, wenn ich nicht irre, 12 Stück, gebraucht, um vorzüglich die Oeffnungen der Wasserbäume tief zu halten, damit die Schiffe durch können. Es wäre doch auch wohl nöthig gewesen, im Y vor Amsterdam die Quantität des Schlickes den das ausgespühlte und den das Y-Wasser, zur Zeit der Fluth und zur Zeit der Ebbe enthält, zu erfahren.

Effect (die vertiefung) von der Einkürzung des Pferde-Eckes noch vergrößert worden seyn.

Da nun meines wissens genugthuende hydrometrische Messungen über das Y, und den Pampus *nicht* angestellt sind; so bin ich auch nicht im stande, eine detaillirte Analyse der vorschläge zu entwerfen. Ich würde indessen 1) auf der stromrinne das werk Z F perpendiculair errichten. 2) Das werk T verlängern. 3) Das werk A E F G, welches in der zukunft noch von G ab zu verlängern seyn dürfte, anlegen. 4) Das Pferde-Eck bis auf 4 Fuß unter der ordinairen Fluth, bis ohnweit der Linie D K abkürzen, in welcher Richtung ein Deich aufzuführen wäre. Alle die in den strom hinein zuführenden werke wären nach der Methode des Kribbenbaues, aufzuführen, mit Bricksteinen und schlickerde an den gefährlichsten stellen überdem mit Ballaststeinen zu decken, und des Effectes wegen, wenigstens 3 Fuß über den Amsterdamer-Pegel aufzuführen. 5) Zur Bequemlichkeit der schifffahrt wären drey Leuchtfeuer zu errichten; eines bey D hinter der Kade, ein zweytes bey F, das ist bey dem vereinigungspuncte der zwo werke, und ein drittes auf der spitze H. Vielleicht wären hier Laternen hinreichend. Auch dürften 6) in dem werke A E F Duc d'alben — das sind *anlegepfähle* für die schiffe — zweckmäßig stehen.

Der Effect dieser werke würde folgender seyn: das in A E F G wird den Fluthstrom allmählig auf die schlickplatte werfen, sie also abflächen, und zwischen F D Tiefe erzeugen; das verlängerte Hofd T H wird den Ebbestrom mehr südlich, also der schlickplatte näher leiten, dieser strom wird alsdann einen Theil ihrer stoffen in die Südersee abführen. Kurz, der Ebbe- und Fluthstrom wird vermöge dieser Bauwerke auf der südlichen seite eine größere Tiefe verursachen, und den ältern zustand des Ye's wiederherstellen, (wozu das Einkürzen des Pferde-Eckes viel beytragen wird. Und der von der Ecke D K aufzuführende Deich wird die schiffe im Y gegen den Anfall der hochwoogenden Südersee beschützen, zumahl wenn der rechtseitige Flügel der Laage S. T. 51. abgekürzt würde, also da weniger schiffe stationirten. Ist dann die schlickplatte abgelaufen, so wird die Richtung des Ebbestromes, aus dem westlichen Y kommend und vor Volewyck vorbeyströmend, eine zur Austiefung des Ye's vortheilhafte Richtung erhalten, und durch die Fluthmündung in einer geradern Direction ausströmen, also an Geschwindigkeit gewinnen. Auch wird die spühlung der stadt-Gragten dadurch verbessert werden, weil das aus den Auslaßschleusen fließende wasser und also auch die stoffen von den Vorebben, deren Geschwindigkeit verstärkt wird, stromwärts geführt werden; also dieses ausströmende Gragtenwasser einen schnellern Abfluß erhalten muß. Wird das werk A E F dem waterlandschen Deiche nicht bey sturmfluthen einen schutz gewähren? wird es nicht verhindern, daß während einer sturmfluth in die, durch ihn beengte, Fluthmündung keine solche große wassermenge einströmet als gegenwärtig? Beachtet man ferner die künftige stromrichtung von der Fluthmündung des Ye'es in den Y oort, in Rücksicht des Pampus, so scheint die Beengung

dieser Mündung selbst für den Pampus vortheilhaft zu seyn, weil sie den Ebbestrom in ihn directer hineinleitet. Der Pampus dürfte indessen noch in nautischer Hinsicht vermittelst einem Werke L M N verbessert, das ist, vertieft werden können; ein Werk, das den Strom einschränken, mithin die Tiefe vermehren würde. Sollten indessen alle die vorne entworfenen Werke auch nach einigen Jahren dem Zwecke entsprechen, so dürfte es dennoch nöthig seyn, in der ersten Zeit die Baggermaschinen fort zu gebrauchen, um nicht nur die Oeffnungen, wo die Wasserbäume, vor Amsterdam in den Einfahrten, liegen, tief zu erhalten, sondern um es selbst dem Strom, mittelst den ausgebaggerten Rinnen, zu erleichtern, dafs er sein Bett vertiefe.

Zum Schlufs dieser Materie mufs ich noch bemerken, *dafs die Seichtigkeit des Pampus Wasserschiffe nöthig gemacht hat.* Wer nämlich in der 41. Kupfertafel in dem Pampus nur eine Tiefe von 12 Fufs angedeutet findet, und es weifs, dafs die grofsen Kriegsschiffe, bey Amsterdam liegend, ohne alle Takelage 14 bis 16 Fufs tief gehen, der würde die Richtigkeit von der angegebenen Tiefe bezweifeln müssen, wenn er nicht wüfste, dafs die grofsen Schiffe durch Wasserschiffe, genannt *Kamele*, flott erhalten werden. Ein Kamel ist wie der Rumpf eines halben platten Schiffes so gebauet, dafs seine innere Seite concav nach dem Bauch des Schiffes, welches über die Untiefen getragen werden soll, abgerundet ist, so dafs zwey Kamele das Schiff in ihre Mitte nehmen können. Sie werden alsdann nach Mafsgabe der Gröfse des zu transportirenden Schiffes mit Wasser durch Trichter, in den Boden hineingehend, die mit kupfernen Stöpseln versehen sind, angefüllt, und in jeglichem Kamel ist ein Maafsstab befestigt, nach welchem man sich bey der Füllung, wie gesagt, nach der Gröfse des Schiffes richtet. Alsdann werden die zwo Kamele an das Schiff vermittelst Taue befestigt, und nun werden sie durch eine Anzahl von Pumpen (die mittelmäfsigen haben 38 Stück), geleert, so wie die geleerten Kamele emporsteigen, geht das Schiff mit in die Höhe. Solche Kamele haben die Holländer von verschiedener Gröfse. Als ich im August 1798 in Amsterdam war, wurde ein grofses neues Kriegsschiff, zwischen zwey neuen Kamelen gröfster Gattung, nach dem Eylande Urk transportirt, von wo an das Fahrwasser bis zum Marsdiep hinreichende Tiefe hat.

§. 292. *Ueber die Verbesserung der Fahrbarkeit des Innern- oder westlichen Y stromes* (T. 41.) hat die Academie der Wissenschaften zu Harlem, welche mit patriotischem Eifer den hydrotechnischen Zustand des Vaterlandes beherzigt, eine Preisfrage aufgegeben. Es wird darin gefragt: 1) Ob auch bey Ebbe- und Fluthströmen in den engsten Profilen die gröfsten Untiefen statt finden müfsten etc. und 2) *ob die Fahrbarkeit des Y'es zwischen Amsterdam und Spaarndam durch eine regelmäfsige Beengung verbessert werden könnte?* Diese Preisfrage hat Brunings in dem 24. Theil der Abhandlungen der Gesellschaft beantwortet. Es wird also wohl ohne Zweifel hier das zweckmäfsigste seyn, dafs ich aus dieser Beantwortung dasjenige ausziehe, was auf den rubricirten Gegenstand eine directe Beziehung hat. Der Verf. will den

westlichen Y-strom in ein regulaires Bett beschränken. Er sagt: „unter einer *regelmäſsigen Beengung eines Meerbusens* (wie denn das Y ein solcher ist) verstehen wir eine solche Verkleinerung seiner Oberfläche, wobey nicht nur alle Profile nach einem zweckmäſsigen Verhältnisse verengt, sondern wobey auch alle hydrotechnischen Rücksichten, die bey dem Meerbusen obwalten, beachtet worden sind. In dieser Hinsicht muſs dabey auch erwogen werden: 1) Die Folgen einer Beengung auf die *Mündung* des Busens; die Folgen, welche sie auf den verengten *Meerbusen* selbst haben wird. Nimmt man nun an, daſs die Oberfläche des westlichen Ye'es im Verhältniſs von 1:3 verkleinert würde, und daſs die Mündung bey Amsterdam dieselbe Weite behält; so müſste (ohne auf das höhere Anschwellen der Fluth zu achten, wovon nachher geredet werden soll) während jeder Fluth und Ebbe $\frac{2}{3}$ Wasser weniger durch die Mündung flieſsen. Es ist also unleugbar, daſs das Vermögen des Stromes und die Geschwindigkeit durch eine Beengung des Busens vermindert wird (*); daſs das Mündungsprofil kleiner werden muſs. Die Verkleinerung der Mündung wird jedoch nur bis zu derjenigen Grenze gehen, in welcher die Mündung selbst zu den übrigen Profilen, wodurch derselben das Wasser zugeführt wird, in einem Verhältniſs steht. Es wird also das Mündungsprofil nicht in demselben Verhältniſs abnehmen, als die Wassermenge, und zwar aus dem Grunde, weil der Fluthstrom in den beengten Meerbusen zu einer gröſsern Höhe aufgestauet werden wird als zuvor; weil also auch der Ebbestrom, mit der gröſsern Neigung flieſsend, selbst durch die Busenmündung eine gröſsere Geschwindigkeit annehmen wird. Es ist zwar gewiſs, daſs diese vermehrte Geschwindigkeit nicht hinreichend ist, die Abnahme der Mündung zu behindern, in wie fern aber ihre Einschränkung nachtheilig seyn könne, wollen wir unten näher erörtern. Welche Folgen aus einer regelmäſsigen Beengung des Meerbusens für diesen Busen selbst entstehen werden, läſst sich zum beſsten erklären, wenn wir zuvor bemerkt haben, daſs die totale mittlere Geschwindigkeit keineswegs in dem Verhältnisse vermindert wird, als die Wassermenge abnimmt. Und wenn gleich mehrere der entgegengesetzten Meinung gewesen sind, so zeigen doch die Versuche eines Bossut, die er vom ausflieſsenden Wasser angestellt hat, (in diesem Falle, glaube ich, kann man die Analogie des ausflieſsenden und strömenden Wassers nicht bezweifeln), daſs die ausgelaufene Wassermenge in dem Verhältniſs von 1:2 stehet, wenn die Geschwindigkeiten sich wie 48:58, oder wie 24:29 verhalten. Auch ist Michellotti durch seine angestellten Versuche überzeugt worden, daſs die lebendige Höhe keineswegs den Verhältnissen der Wassermenge entspreche. Würde es denn auch wohl gedenkbar, ja möglich seyn; daſs die Flüsse nicht bloſs bey ihrer Mündung, sondern auch in den obern Queerschnitten, bis wohin die Fluth zurück wallt, von

(*) In dieser Hinsicht dürfte also auch die *Verengung des Westlichen Ye'es* auf die Fahrbarkeit des *Ye'es vor Amsterdam*, ja selbst auf die des Pampus keine günstige Beziehung haben, wenn nicht Brunings die Vorschläge so einzurichten gewuſst hätte, daſs sie dafür keine nachtheilige Folgen hervorbringen, und welches wir aus seiner Abhandlung bald näher ersehen werden. *d. V.*

dem Flufsstrom dergestalt anschwellen könnten, dafs zuweilen zwischen dem höchsten und niedrigsten Wasserstande ein Unterschied von 18 Fufs statt fände? müfsten nicht die Ströme alsdann (von den Hindernissen abstrahirt, welche sie bey so verschiedenen Höhen antreffen) auch eine und dieselbe Höhe behalten; wenn, sagen wir, die Geschwindigkeiten sich verhielten, wie die Wassermenge des Stromes?“

„Es ist zweytens gewifs: dafs, obgleich durch *alle beengten Profile* „(im Merbusen)“ *eine geringere Wassermenge in gleichen Zeiten fliefst*, dennoch die mittlere Geschwindigkeit in jedem der Profile gröfser in den unbeengten Profilen seyn müsse, ob wir sie gleich nicht genau durch Rechnung bestimmen können, denn der abwechselnde Widerstand, den das Wasser von dem Umfange des Bettes leidet, verursacht zuverläfsig einige Abweichungen von der Theorie; überdem kennen wir auch noch nicht hinlänglich das Gesetz des Widerstandes. Zu unserm Zweck ist eine solche Genauigkeit auch nicht nöthig, bey ihm genügt es zu wissen, dafs sich die mittlere Geschwindigkeit nach den Profilgröfsen und der Wassermenge richtet, dafs also jene in den beengten Profilen gröfser als in den unbeengten seyn müsse, ob schon durch die erstern (in gleichen Zeiten) eine gröfsere Wassermenge fliefst als durch die letztern. Um aber einigermassen zu zeigen, in welchem Verhältnisse die Geschwindigkeiten nach der Theorie stehen sollten; so wollen wir den unbeengten und beengten Meerbusen als Sammelcanäle ansehen, wovon jeglicher durch sein beengtes und unbeengtes Profil in gleicher Zeit ausströmt. Wird nun aller Widerstand bey Seite gesetzt, so sollen die Geschwindigkeiten in diesen Profilen im Verhältnifs des cubischen Innhaltes der Sammelcanäle stehen, dividirt durch den Inhalt der Profile. Man setze Q, q gleich den Wassermengen der beengten und unbeengten Sammelteiche; P, p seyen die Profile, wodurch die Wassermenge in gleicher Zeit abfliefsen; und V, v ihre mittlere Geschwindigkeit: so ist $Q = PV$; $q = pv$; und $V = \frac{Q}{P}$; $v = \frac{q}{p}$; folglich $V : v = \frac{Q}{P} : \frac{q}{p}$. Es sey also die Gröfse des unbeengten Meerbusens = 5000 Morgen und die unbeengte Breite seines Profiles gleich 900 Ruthen; es sey ferner der beengte Meerbusen 2000 Morgen und dessen Breite 200 Ruthen; so wird (die Tiefe in beyden Profilen gleich genommen) die Geschwindigkeit in dem unbeengten Profile $\frac{50}{9}$ und in dem beengten $\frac{20}{2}$ seyn. Es würde sich demnach die erstere Geschwindigkeit zu der letztern verhalten wie 55 : 100. Ob nun gleich, wie bereits erinnert worden ist, die Theorie der Erfahrung nicht vollkommen entspricht, man also das berechnete Verhältnifs nicht als ganz genau ansehen dürfe; so ist es dennoch gewifs, dafs die erstere Geschwindigkeit gröfser als die letztere seyn werde. Und mehr wird ja nicht zu beweisen seyn, um die Bedenklichkeit zu heben, dafs nämlich durch eine *regelmäfsige* Beengung des westlichen Y e's auch das Vermögen, welches zur Vertiefung des Bettes erforderlich ist, vermindert wird; um endlich zu beweisen, dafs auch im Y in den engsten Stellen die gröfsten Tiefen statt finden müssen! Wird nun er-

wogen, daſs der Y-Strom die einzige Wasserstraſse von Süd- nach Nordholland ist; daſs also von dessen fahrbahrem Zustande ein groſser Theil der Wohlfahrt dieser Provinzen abhängt, und daſs über dessen Fahrwasser mit Recht Beschwerden geführt werden; so wird man es höchst löblich finden, daſs die Academie diesen Gegenstand zu einer Preisfrage gemacht hat. Aus den Tiefenmessungen sieht man, daſs die Tiefen des Ye'es, ausgenommen in den engsten Profilstellen, fast durchgehends 6, 7 und 8 Fuſs unter dem Amsterdamer Pegel (oder sehr nahe bey ordinairer Fluth) betragen. Deſswegen ist denn auch das Fahrwasser zwischen Spaarndam und dem Westzaandammer Overtoom für tiefgehende Schiffe nicht anders als während der Springfluthen fahrbar, welche die Schiffer benutzen müssen, um durch die Spaardammer Schleusen ein- oder auszugehen. Die zweyte Unvollkommenheit des Fahrwassers liegt in dessen Enge; weſswegen die Schiffe, wenn sie gegen den Wind laviren, von dem übrigen Raum des Ye'es, den sie sorgfältig meiden müssen, keinen Vortheil haben. Dieser Fehler des nautischen Zustandes vom Y wird denjenigen nicht befremden, welcher den Veränderungen, die mit dem Y-Strom seit dem XIV. Jahrhundert (Eikelenberg gestelheit etc.) vorgenommen sind, nachgeht; und die Folgen einer solchen Veränderung sind die wohl mühsam aufzusuchen? Schon Coleveld sah diese Folgen in der Mitte des vorigen Jahrhunderts ein, indem er in seinen Bedenkingen over de Droogmaaking van het Haarlemmer Meir Art. 131 sagte, „Die Fluth bringt täglich aus der Südersee viel Schlick, besonders in regnigten Zeiten, und am mehrsten bey nordwestlichen Stürmen, wodurch der Anwachs (im Y) verursacht wird, den man täglich mit Augen sehen kann. Dieſs letztere wird noch durch eine aufgezeichnete Wahrnehmung bestätigt; in der Weihnachtsfluth von 1717 ward nähmlich im Y die Aufschlickung zu 6 bis 7 Zoll gefunden. Doch wer nur einige Localkenntniſs hat, wird diese Anschlämmung gröſstentheils der Fluth, aus der Südersee kommend, und nur einen geringen Theil dem trüben Wasser, welches durch die Rheinlandschen und Nordholländischen Schleusen entlastet wird, beymessen, zumahl wenn er erwägt, daſs die Fluth 16¾ und die Ebbe nur 8 Stunden geht. Diese Anschlickung ist in der That äusserst beträglich, und in 6 bis 7 Jahren einen Fuſs hoch im Aussendeichslande. Aus diesen Ursachen und Wirkungen der Aufschlickung geht also hervor, daſs die Verbesserung des westlichen Ye'es in einer schnellern Bewegung des Ebbe- und Fluthstromes gesucht werden müsse, wozu wir aber keineswegs die Durchgrabung aus dem Wyckermeer in die Nordsee, der groſsen Schwierigkeiten und dem geringen Effecte wegen, vorzuschlagen wagen — Die Auflösung wird also diese seyn: *Man ändere die unregelmäſsige und weite Oberfläche des westlichen Ye'es in einen regelmäſsigen Canal um, und zwar so, daſs dessen Profile ein schickliches Verhältniſs unter sich erhalten.*"

Brunings zeigt nun, daſs die Mündung des *westlichen-Ye'es* bey der *Nes*, wegen der Boengung, nie bis zu einem solchen Grade seichte werden wird, daſs daraus

einiger Nachtheil für die Schifffahrt in dieser Mündung entstehen werde, und dieser Meinung wird jeder Ingenieur beytreten müssen. Eine andere Frage wird es aber seyn, ob die *Beengung* nicht *eine Verflächung des Ye'es vor Amsterdam* und *des Pampus* zur Folge haben könne, ob sie selbst nicht für *die Spühlung der Canäle in Amsterdam*, welche zu jeder Fluthzeit eine so viel als möglich große Wassermenge erfordert, nachtheilig seyn werde, und zwar deſswegen, weil *dadurch des Fluthstromes Wassermenge* im Y, also die *mittlere Geschwindigkeit* vermindert wird, *wo doch die Profile dieselben bleiben sollen.* Dieſs ist die einzige Schwierigkeit, welche dem Projecte entgegensteht; denn das ist unleugbar, daſs sich die Tiefe in dem beengten westlichen Y vermehren werde, da sich dessen mittlere Geschwindigkeit vergröſsern muſs, und sonach ist es nicht minder gewiſs, daſs die Fahrbarkeit dieses Ebbe- und Fluthstromes *zwischen Amsterdam und Spaarndam* vermittelst dem Bruningschen Projecte verbessert werden wird. Ehe wir nun zu der Art, wie diese Beengung geschehen soll, übergehen, so muſs ich des Verfassers eigene Worte in Rücksicht des östlichen Ye'es noch anführen. Er sagt: „Man wird bald gewahr werden, daſs ich bey Erwägung der Folgen einer regelmäſsigen Beengung des westlichen Ye'es geflissentlich nichts von denen gesagt, die für das östliche Y vor Amsterdam entstehen werden. Dieſs ist nicht deſswegen unterblieben, weil ich sie dafür nachtheilig halte (wovon man, wenn es nöthig wäre, das Gegentheil beweisen könnte), sondern weil die Frage der Academie sich bloſs auf die Fahrbarkeit des westlichen Ye'es zwischen Amsterdam und Spaarndam einschränkt."

Dieses aus der Bruningschen Schrift Angeführte sollte zwar schon eine hinlängliche Widerlegung meiner eben geäuſserten Einwürfe seyn, und es lieſse sich dann auch wohl eine solche Beengung des östlichen Ye'es gedenken, deren Profile nach hydrometrischen Verhältnissen auf die Profile des westlichen Ye'es correspondirten, wobey also die Fahrbarkeit jenes Stromes nichts leiden würde. Was aber den Pampus und die Spühlung der Amsterdamer Stadt-Gragten betrift, so scheint es mir, als wenn für diese die Verringung des Fluthstromes im westlichen als auch im östlichen Y nicht vortheilhaft sey. Wir wollen nun weiter sehen, wie Brunings diesen nachtheiligen Folgen so viel als möglich durch die niedrige Lage, die 6'' unter die Fluth seyn soll, des Einschränkungswerkes ABCEFGH abzuwenden sucht.

Diese niedrige Lage des Beengungswerkes ist es eigentlich, welche für das östliche Y aus dieser Verengung wenig befürchten läſst, und alle Bedenklichkeiten, die ich geäussert habe, lieſsen sich vielleicht alsdann ganz widerlegen, wenn hydrometrische Data, von der Wassermenge, der mittlern Geschwindigkeit etc. des gesammten Y-Stromes vorhanden wären. Und ich habe sie nur angeführt, um zu zeigen, daſs der Hydrotect nie eifrig genug den Wirkungen nachspüren könne, welche von einer Veränderung, die er mit dem Strom vornimmt, auf andere Theile desselben hervorgebracht werden.

Im Allgemeinen (*sagt Brunings*) kann ich nicht unterlassen, noch Folgendes anzumerken: 1) Dafs die Schifffahrt, und vorzüglich die tief geladenen Fahrzeuge, bey dem Vortheil eines fahrbaren Canals, keineswegs den Vortheil missen werden, bey widrigem Winde laviren zu können, da der Canal auf den engsten Stellen 200 Ruthen breit wird, und also weiter bleibt, als das gegenwärtige Fahrwasser ist. 2) Dafs bey hohen Fluthen für die anliegenden Deiche keine gröfsere Gefahr seyn wird, als jetzt, wo die Fluthen sich ohne alle Hindernisse über den projectirten Damm verbreiten können. 3) Dafs der Abzug aus den rheinländischen und nordholländischen Schleusen keine Veränderung leiden wird, ausgenommen vielleicht, dafs die Fluthen dann kürzer, und die Ebben dann länger dauern werden, welches eher für eine vortheilhafte als nachtheilige Wirkung angesehen werden mufs. 4) Dafs die Bedenklichkeit, ob ein solcher Faschinendamm mitten in dem Ye gegen den Wellenschlag, besonders bey Sturmfluthen, wohl stand halten werde, von keiner Wichtigkeit ist, wenn man bedenkt, eines Theils, dafs die hohen Fluthen, wenn sie über solche Bauwerke hinströmen, ihnen, wie die Erfahrung lehrt, wenig Nachtheil verursachen. Und andern Theils, dafs der bereits aufgeführte Faschinendamm in dem *Nieuwendiep* am *Helder*, der weit genug in die See gelegt ist, schon durch die Erfahrung gezeigt hat, welcher Gewalt solche Werke widerstehen können, wenn sie gut angelegt sind. Und endlich 5) dafs es zwar wahr ist, wie der übrige Theil dieses Ye'es mit der Zeit aufschlämmen, und verlanden wird; dafs aber, so viel ich einsehen kann, kein Grund zu erdenken ist, wefswegen man diefs als nachtheilig ansehen könnte. Auf alle Fälle ist es, nach meinem Dafürhalten, besser, dafs durch diesen Schlick für die Nachkommen fruchtbares Land erzeugt werde, als dafs er sich in dem Fahrwasser auf den stillen Plätzen senke, oder auch mit der Ebbe nach dem östlichen Ye zurück geführt werde."

§. 293. Aus der von der Seite 334 an vorgetragenen Darstellung des holländischen Flufsbaues wird der aufmerksame Leser wahrgenommen haben, dafs dessen Zweck nicht nur in der vollkommenen Leitung der Flüsse, wodurch die Eisgänge unschädlich gemacht und die Ueberschwemmungen verhütet werden, sondern auch darin bestehe, dafs man die Fahrbarkeit dieser Flüsse sowohl als der Innern-Canäle, so wie die Auswässerung des Landes, die vermittelst Schöpfmaschinen und Schleusen bemerkt wird, verbessere. Dadurch wird also die Wahrheit begründet: dafs der Flufs- und Deichbau so wie die innere Circulation des Wassers und die Austrocknung d. i. *der Aeussere- und Innere-Wasserstaat Hollands* miteinander in genauer Beziehung stehen, und mit dieser Bemerkung sey also die Flufsbaukunde beschlossen.

ZWEYTE ABTHEILUNG
DER
WISSENSCHAFT DES WASSERBAUES.

SEEUFERBAUKUNDE.

ERSTER ABSCHNITT.

THEORETISCHE SEEUFERBAUKUNDE, ODER ALLGEMEINE ERKLÄRUNGEN UND MAXIMEN.

§. 1.

Der zweck des seeuferbaues besteht in der Erhaltung der *seeufer*, gegen den Angriff der von den winden oder sturmfluthen bewirkten wellen, welche man die Brandung oder Baaren nennt, und gegen den Angriff des Ebbe - und Fluthstromes. Oefters mufs der Ingenieur auch den vor dem seeufer liegenden *strand* oder die *watten*, und die das seeufer bildenden *sand - Dünen*, mit Bauwerken, oder auf eine andere Art mit strohbestickung oder Anpflanzung von strandgewächsen, erhalten. Unter dem *strand* versteht man das *sandige, flache vorufer der see*, welches während der Ebbe trocken liegt und dessen Breite längs der Nordsee gewöhniich 360 schuh und darüber beträgt. Derselbe mufs defswegen öfters erhalten werden, weil er die darauf hinlaufenden wellen abmattet, und ihre Gewalt, womit sie das seeufer angreifen, schwächt. Der strand gibt auch eine schutzwehr gegen den Feind, indem er das Anlanden von grofsen schiffen verhindert.

§. 2. Wenn man in den strand, längs der holländischen Küste, 3 bis 5 Fufs tief gräbt, so endet sich die sandlage und man erhält ein Gemische von Moorgrund und Klayerde, von den Holländern *Dary* (Darey) genannt. Dieser Dary, nach des Naturforschers Berkheys untersuchung auch steinkohlen enthaltend, liegt schieferig aufeinander. Dem Geschmacke nach zu urtheilen, enthält er anch Holztheile. Das stück, welches ich mitgenommen habe, brennt, am Feuer gehalten, verlöscht aber bald. An einigen stellen, wo der strand vom Meer stark abgeflächt ist, trifft man ihn an der oberfläche des strandes liegend, an. So habe ich ihn bey Petten, bey Kekduynen u. a m. orten gefunden. Die oberfläche des holländischen strandes bildet vom Ufer ab, eine schräge gerade Fläche, deren Höhe sich zur Neigung beyläufig wie 1 : 60 oder auch

wie 1 : 90 verhält. Oefters ist dieses Verhältnifs, auch von diesem angegebenen, verschieden, und ich habe nur dabey auf den Strand bey *Petten* (T. 43.) und *s'Gravesande* (T. 40.) Rücksicht genommen. Auf dem Strande liegt der *Seesand* bald in schuppenförmigen, in schlangenförmigen, bald in gezackten Figuren, die alle auf das regelmäfsigste übereinkommen und parallele Lagen bilden. Sie scheinen sich nach der Direction und der Stärke der Wellen zu richten; und wechseln fortdauernd ab. Der Seesand ist mit äusserst wenigen Muscheln vermischt, und enthält nicht viel Darytheile, die man auch nur mit Mühe in ihm findet. Er ist sehr fein, aber dennoch scharf. Man sieht es ihm an: dafs er aus Feuersteine oder Kiesel entstanden ist, und dafs er sich unter sich selbst abgeschliffen und abgerundet hat Auch ist er feiner bey der Insel *Vlieland* (S. 45.) als auf *Goeree* (T. 46.), und kömmt er nicht mit der Fluth von der französischen Küste her, wo der Kalk - und Kreidestein mit Feuersteinen gemengt ist? Ferner besitzt er Eisen — ja, Magnettheile, und Berkhey (natuurlyke Historie van Holland p. 735.) hat gefunden: das er wirklich feine Eisenspäne anzog. Seine Farbe ist aschgrau: des auf den Dünen angestäubten aber weislich, weil er da trocken liegt, und von den wenigen Darytheilen, die der Wind wegwehet, entledigt ist.

§. 3. *Die Dünen*, wandelbare Sandhügel, das Land vom Meere trennend, sind gröfsten Theils vom Seesande aufgewehet, welches die tägliche Erfahrung bey den künstlishen Ansandungen beweifst, denn es sind in neuern Zeiten viele Ansandungen durch Menschenfleifs entstanden, als z. B. diejenigen zwischen Petten und Kekduynen; andere auf den Inseln Goederede, Texel und Vlieland, wo man sie vermittelst Sanddeiche oder Buschwände, Uferbauwerke, Strohbestickungen und Hempflanzungen anstäubte; auch liegen einige holländische Dünen auf gutes fruchtbares Land, worin man noch die Furchen angetroffen hat. Andern Theils bilden diese Dünen das eigentliche Seeufer, und deswegen ist ihre Erhaltung für Holland äufserst wichtig. Da wo sie dem beständigen Angriffe der tobenden See blofs gestellt sind, nehmen sie stark an ihrem Fufse ab, ja man rechnet ihre Abnahme an einigen Stellen des holländischen Ufers 12 Schuh alljährlich. Bey s'Gravesande (T. 40.), so wie bey Petten (T. 43.), sind sie gänzlich ein Raub der See geworden, und die Holländer sind gezwungen, dort viele Bauwerke anzulegen. Ihre Höhe ist gar sehr verschieden; bey Katwyck liegen sie niedrig — etwa 40 Fufs über die Meeresfläche; zwischen den holländischen Dünen Egmond und Camp mögen sie wohl zum höchsten seyn. Ueberhaupt liegen sie nach meiner Schätzung längs des brabantischen und holländischen Küste 30 bis 100 Schuh über das hohe Meer. Längs der Küste von Pr. Pommern, habe ich sie bey der topographischen Aufnahme von einem grofsen Theile dieses Landes, selten höher als 60′ über die Oberfläche der Ostsee angetroffen. Sie landwärts urbar zu machen, hat man grossen Fleifs angewandt! Zu diesem Endzwecke werden sie abgesandet, wo denn ihr seewärts liegender Theil dem Neuenlande gegen die kalten Seewinde Schutz gewähret. Von der Methode des Absandens und der Urbarmachung giebt Berkhey in dem ange-

führten werke Nachricht. Die *Dünen* werden mit stroh oder Buschzäunen besticht, mit Helm, Bitterweiden, Haftdorn, Seestrands-Dor, Hippophae rhamnöides S. Linae) bepflanzt, um die Ansandung zu vermehren, oder den Sand zum Festeliegen zu bringen.

§. 4. *Watten* sind solche sandplatten, über die die Fluth strömt, und von denen das wasser bey der Ebbe abläuft, die aber mit einem *schlick*, in Holland auch Klay genannt (ein aus mehr oder weniger Erde - und salztheilen, aus sauerstoff und Thon, auch aus sand, Kalk und Bauerde bestehender Niederschlag, mehr oder weniger stark überzogen sind; und dieser schlicküberzug ist denn ihr characteristisches Kennzeichen. Sie liegen isolirt oder zusammenhängend mit dem Gestade, jedoch nicht ausserhalb der Inselreihe, die mit der Insel *Texel* (T. 45.) anhebt, auch nördlicher nicht in das Meer hinein, denn schon bey der Insel *Helgoland* ist keine Aufschlickung zu entdecken, also nur in den Meerbusen und Flufsmündungen, als z. B. in der *südersee* bis zu jener Inselreihe längs der friesländischen, gröningschen und oldenburgischen Küste ist sie anzutreffen. Vorzüglich grofs sind die Anschlickungen in der *südersee*, im *Dollart* in und vor der *Jahde* (T. 57.); längs den ufern der *weser* - und *Elbe-Mündungen*. Auch in den Rivieren *Haringaliet*, *Bieningen* und *Kramer* (T. 46.) findet man sie. so war z. B. der sogenannte *Hals*, ein solches watt. Besonders wichtig wird uns aber das von der Fluth unterlaufende vorufer (das *watt*) längs der Insel Flacquée, Dort nennt man es auch *Gorsen*, aber eigentlich sind doch die Gorsen schon das beweidbare vorland. Kann man auf den watten das wasser in einen anhaltenden Ruhestand versetzen, so werden sie vom Niederschlage (vom schlick) erhöhet, und sie steigen über die springfluthen empor; erhalten alsdann eine Grünschwarte, das ist, es wachsen auf ihnen der see - wegerich (Plantago maritima), und seestrands - schwingel (Festuca maritima), und das Gras. Wenn sie also über die ordinäre Fluth liegen, so heifsen sie *wattgrund*, vorland, Groden, oder auch Mayfeld; liegen sie noch einen oder mehrere schuh höher, so sind sie beweidbares vorland, und man nennt sie *Marschen*. Die watten treffen wir nur unweit den Mündungen der Flüsse, oder in solchen Meerbusen und seemündungen, worin sich das süsse wasser mit dem salzigen seewasser vermischt, durch welche vermischung also der Bodensatz, woraus die watten und Marschen bestehen, entbunden wird. Es entsteht die Frage: ob nicht die Masse dieses aus dem Meerwasser entbundenen schlickes gröfser wird, wenn das Meerwasser salziger und das clima wärmer ist? und wie fern die Erdlagen, über denen der strom in der Ausmündung eines Flusses fliefst, dem Flufs-wasser mehr oder weniger sauerstoff mittheilen. Doch! ich verweise den Leser auf den 106. §. des Flufsbaues.

§. 5. Der *seestrand* und das *watt* lassen sich sehr gut unterscheiden, so ist z. B. bey *Cuxhaven* (T. 48.) vor dem steinmarner-Deich ein wirklich blofser sandiger seestrand; vor dem übrigen ufer aber ein watt. Hier ist es schlick, dort seesand und bey der

Deichecke ist auch die Grenze zwischen dem salzigen Seewasser und dem gemischten Wasser, aus Fluſs - und Seewasser bestehend. Deswegen heiſst auch diese Einfahrt das zeegat (die *Seemündung*), wenn das breite Wasser vor *Cuxhafen* die *Elbemündung* genannt wird. So ist ferner die Grenze zwischen dem Watt und dem Strande an der östlichen *Düne* der Insel *Vlieland*(T. 45.) sichtbar; vor dem *Dorp* ist es *Watt*, und gegen des *Düne* ist es ein *Strand*. Doch ich will nicht mehr Localitäten anführen, genug ein jeder Naturforscher wird bey seinen Reisen an den Küsten auf diesen Umstand geachtet; sicher die Grenze des Strandes und des Wattes entdeckt haben. Wichtig muſs es ihm gewesen seyn, sich diese Fragen aufzulösen: wie entsteht denn dieser Schlick, wie entstehen diese Watten, diese Marschen? S. §. 125. Man findet übrigens über die Marschen viel Lehrreiches in Tetens Reisen in die Marschländer an der Nordsee; in Deluc's Briefe über die Geschichte der Erde Br. 121. bis 525; in Hunrichs Deich -, Siel - und Schlengenbau I. Th. S. 1. bis 34; in Berkheys natuurlyke Historie van Holland und in der Beschreibung von Ostfries - und Harrlingerland von Freese. *Berkhey* sagt im a. W. 2. T. p. 341.: Der Salzklay (welcher einen Bestandtheil einiger Marschen ausmachen) ist blau von Farbe; ein ℔. enthält 6 Drach. Salz."

Anders, wie vor Holland, ist das Vorufer des Meeres an dem Canal (la manche) von Havre bis Dünkirchen beschaffen. Es besteht nämlich aus Strandkieseln (galets) von dem das Ufer bildenden Kreidefelsen (Falaisen), der sich entweder durch das Anschlagen der Wellen, oder durch das in seinen Ritzen eingedrungene Wasser ablöst. Diese Strandkiesel nehmen von Havre bis Calais an Gröſse ab, und werden endlich bey Dünkirchen in Sand verwandelt, weil die aus dem Ocean kommende, und durch den Canal strömende Fluth dieselben fortrollt, und das Kreide - Felsufer oder die Falaisen nur an der Küste der Normandie stehet. Ich habe auf meiner im Jahre 1800, längs dieser Küste gemachten Reise, aus allen Häfen solche Strandkiesel mitgenommen, und die Abnahme, von ihrer Gröſse sehr deutlich bemerkt. Sie haben 3 bis 6 Zoll im Durchmesser, und lagern sich bey der Meeresstille in einer convexen Böschung, deren Höhe sich zu ihrer Basis wie 3 : 1, an einigen Stellen wie 12 zu 1 verhält. Doch ich werde auf die Natur der Küste von der Normandie bey der Beschreibung des Hafens von Havre noch einmal zurückkommen und beziehe mich hier nur noch auf den S. §. 129., wo ich von der Wirkungsart der Wellen das Wesentlichste angeführt habe.

§. 6. Die *Seeuferbauwerke oder Seewehren haben gewöhnlich drey Benennungen*, wenn man auf die Provinzial - Benennungan nicht achtet. Es sind a) *Kribben* oder *Höfter*, die von dem eigentlichen Ufer, über die Watten, dem Strande oder gleich über eine Tiefe, abgehen. b) *Böschungswerke* nennt man diejenigen Uferwerke, welche den Fuſs - des See - Deiches unmittelbar ausmachen. c) *Parallel - Werke* laufen mit dem Seeufer fast parallel. Alle diese Werke müssen — ihrer Construction nach — so beschaffen seyn, daſs sie ihren Feinden, die sie unaufhörlich zu zerstören trach-

ten, widerstehen. Sie müssen also a) sanfte Böschungen haben, um den Strom und die Wellen im Angriffe zu mäßsigen. b) Man muſs sie in jeder Tiefe, auf den unregelmäſsigsten Boden, aufführen, und so construiren können, daſs sie nur eine Masse, einen Körper, ausmachen, welcher allen Angriffen, auf Jahrhunderten hinaus, mit einiger Unterhaltung oder Nachhülfe, widerstehen kann. c) Ihre Form muſs nicht nur den Anlauf der Wellen schwächen, sondern auch den des Ebbe- und Fluthstromes und den des Eisschuber. d) Die Kosten eines solchen Bauwerkes müssen so geringe, als möglich seyn. e) Endlich müssen die Materialien, aus denen man es aufführt, allen nachtheiligen Einwirkungen des Seewassers, der Luft und Sonne, so wie dem Einbohren des Pfahlwurmes, widerstehen. Allen diesen Forderungen wird man mit den *Buschsteinwerken*: aus Faschinen, kleinen Pfählen, Wippen oder Verzäunungen, aus groſsen und kleinen Steinen bestehend — entsprechen. *Bloſse Faschinenwerke* können aber gegen die Einwirkungen des Seewassers, den Brandungen und der Luft nicht ausdauern, wie ich dieſs an denen, vor dem Strande bey *Blankenberg* in Flandern gesehen habe, und wie es die ehemaligen, wiewohl sehr schlecht construirten Faschinenbauwerke bey *Cuxhafen* bewiesen haben. Doch dieſs ist ja einleuchtend, ohne sich auf mehrere Beyspiele beziehen zu dürfen: denn die obern Lagen solcher Buschwerke werden stäts fortgerissen; indem sie bey dem Seewasser nicht ausschlagen oder Loden treiben können. Ja! nur eine äusserst sorgfältige Nachhülfe kann sie conserviren, welches ich bey den Höftern von *Goederede* gefunden habe. Ein *Holzbau* ist zweckwidrig a) weil er vom Seewurm durchbohrt, b) von dem scharfen Seewinde stark angegriffen wird, c) das Eisen, womit dessen einzelne Theile untereinander befestigt werden, von dem Seewasser und der Seeluft oxydirt, d) mit dem Holzbau nur steile oder vertikale aber nicht sanft ablaufende Höfter aufgeführt werden können, derselbe also den Angriff der Wellen verstärkt, und daher den Seeuferbauten und Deichen groſse Nachtheile bringt. Endlich kann der, abwechselnd der Sonne, Luft und dem Wasser ausgesetzte Holzbau höchstens nur hundert Jahre bestehen, selbst wenn Eichenholz genommen wird. Und wohin soll man endlich einen neuen Bau setzen? Ja! was soll aus dem, mit Bauwerken bespickten, Seeufer werden? Wo will man das Geld zu den Bauten aufbringen, und wie sollen es unsere Nachkommen machen; um sich stets, mit ungeheueren Kosten, gegen das zerstörende Element, mit solchen Werken, zu vertheidigen? Also ist es Pflicht, ja Nothwendigkeit, den Holzbau zu verlassen. Ehedem bediente man sich, fast bey allen Seeuferbauten, der Holz-Pfahlwerke mit Gurtungen, die an die Pfähle mit eisernen Nägeln angenagelt sind. Dieses Eisen wurde aber vom Seewasser oxydirt, und so habe ich zwey Zoll dicke Nägel gesehen, die, als sie zehn Jahre in den Holzwänden, längs der Frieſsischen Küste, gesteckt hatten, nur aus Blättern von Eisen bestanden, die man abnehmen konnte. Was hilft es also, wenn die Pfähle mit eisernen Nägeln beschlagen werden? Sind ihre Köpfe aufgelöſst,

so wird auch der, in dem Holze steckende Nagel bald rosten und weggewaschen. Ja ich habe (i. J. 1800) an den alten Thoren der Slykenschen Schleuse von Ostende, welche 1756 eingesetzt waren, gesehen, dafs eine Menge Nägel fehlten. Unter allen Metallen möchte sich das Zinn noch zum befsten im Seewasser halten. Berühren sich aber zwey Metalle im Seewasser, so erfolgt die Auflösung des einem sehr schnell. So darf sich Eisen und Kupfer nicht darin berühren, wenn das Eisen nicht aufgelöst werden soll. An der Schleuse von Dieppe hat man diese Erfahrung leider gemacht. Auch der jetzige Ingenieur en chef zu *Havre* (Mr. la Peyre), hat darüber einen Versuch angestellt. Er sagte mir, dafs er Eisen mit Kupfer gefüttert, dieses in eine Büchse verschlossen, in Meerwasser gesetzt, und nach zehn Jahren das Eisen in einem Brey aufgelöst gefunden habe. Wir sehen hieraus, dafs die Ingenieure sich einige Kenntnifs aus der Chemie erwerben müssen, dafs sie sich solcher Materialien nicht bedienen sollten, welche dem Wasser nicht widerstehen können; also alles Holzwerk der Luft und dem Wasser entziehen, und sich des Eisens, so wie des Kupfers nicht ohne Noth bedienen dürfen. Endlich kömmt noch zu erwägen, dafs die Holzwände und hölzernen Höfter von den Pfahlwürmern durchlöchert werden. Ja! ich habe aus einem Pfahl, der in meiner Gegenwart bey Ropta - Zyl (T. 55.) an der Friesländischen Küste ausgezogen wurde, einige Pfahlwürmer mitgenommen, und gesehen; dafs die sonst noch frischen Pfähle gänzlich zermalmt waren. Selbst in den Holzwänden über der täglichen Ebbe haben sich die Pfahlwürmer eingestellt. Da wo nun die Pfähle von diesen Würmern zermalmt sind, brechen sie ab, und werden denn nicht selten, bey Sturmfluthen, gegen den Seeuferbau angetrieben, worin sie Löcher machen. Auch hat die Erfahrung bewiesen, dafs die Steinkisten zwischen den Pfählen nie regelmäfsig, und dichte gefüllt werden können, welches auch, der runden Form der Steine wegen, sehr begreiflich ist; dafs die obern Steine in den Kisten herumgewälzt und herausgeworfen werden. Diese Steinkisten bedürfen also auch in dieser Hinsicht einer starken Reparatur. Die steilen Holzwände verursachen solche fürchterliche Brandungen F. 1. 2. 6. T. 56., die bey den höchsten Sturmfluthen, welche allemal bey Nordwestwind, der auf den Deich anweht, entstehen — bis auf die Krone des Deiches, ja über dieselbe hinüber brausen, wie diefs die angeführten Figuren zeigen. Bey minder gefährlichen Sturmfluthen spritzen die Wellen auf die äussere Dossirung. Die Erfahrung hat es auch leider gezeigt, dafs der Erddeich, während den hohen Sturmfluthen, von dem Niederstürzen derer über das Pfahlwerk, nach einer krummen Linie spritzenden Wellen, bis zur Krone hinauf sehr beschädigt worden ist; und an einigen Stellen, wo das Pfahlwerk am höchsten steht, war bey der Sturmfluth von 1776 die Gefahr für den Deich zum gröfsten, indem die über das Pfahlwerk laufenden Wellen, so gewaltig gegen den Deich bey Ropta - Zyl anstürzten, dafs sie über denselben noch hinbrausten, Häuser wegspühlten, und beym Züricher - Ort, Fig. 1., die Krone und äus-

sere Dossirung des Deiches angriffen, welche nur noch nach der Linie B b b stehen blieb. (*). Der Deich war fast zerrissen, obgleich die Sturmfluth die Krone nicht erreichen konnte, wann kein Pfahlwerk da gewesen wäre. Auch vor dem Deichstück, wo das Pfahlwerk ganz neu war, und vor welchem zwey in der Spitze zusammenstossende hölzerne Höfter lagen, nämlich bey dem Nummerstein 45, am *Buytendyk*, Tab. 55., woselbst das Watt bey der Ebbe trocken läuft, über welches also die Wellen in ihrem Anlaufe gemäfsigt werden, hat diese Sturmfluth die Pfahlwände, sammt ihren Gurtungen aus dem Grund gehoben; umgekehrt gestellt, und die treibenden Pfähle gegen den Deich geführt, welche darin äusserst nachtheilige Einwühlungen verursachten. Am *Workumer-Deich* ist sogar von dem Anstossen der triftig gewordenen Pfähle wirklich ein Durchbruch entstanden, wie der Graf Wassenaar in seiner Preisschrift versichert. So gefährlich und nachtheilig sind also die steilen hohen Pfahlwände, und doch kann man sich an einigen Orten, und vorzüglich in Friesland, nicht entschliessen, sie abzuschaffen!! Ich selbst habe es bey einem mäfsigen Winde gesehen: dafs die Wellen über das Pfahlwerk am Züricher-Ort schlugen, daher auch längs der innern Pfahlwand eine Lage von Ziegelgraus geschüttet werden mufste, um nur die *Deichzehe* zu erhalten; ob sie gleich an vielen Stellen über die tägliche Fluth liegt. Mehrere Erfahrungen lehren auch an dieser Seewehre, dafs die Wellen doppelt so hoch, als die senkrechten Pfahlwände aufbrausen, und sonach habe ich sie in Fig. 1. noch nicht kräftig genug ausgedrückt. Auch sind die Reparaturen der Pfahlwände sehr kostbar, und da, wo der Pfahlwurm ist, unerschwinglich. So kosteten z. B. 16 Fufs Länge, im J. 1776., die Summe von 462 Gulden; im folgenden Jahre mufste noch eine Hinterkiste für 185 Gulden 11 Stüber hinzugefügt werden, so dafs 16 Längenschuh 915 Gulden 6. Stbr. erfoderten. Die erste Anlage der parallelen Pfahlwand vor dem Fünftheils-Deiche kann also wenigstens zu 2½ Millionen Gulden gerechnet werden. Welche Summen müssen nicht erst die hölzernen Höfter gekostet haben. Bey diesen ungeheuern Kosten kann das Pfahlwerk doch nur wenige Jahre bestehen; theils des Wurmfrasses wegen, anderntheils weil es täglich nafs und trocken; endlich, weil es von den Wellen heftig angegriffen wird, und nur Förlenholz dazu genommen ist. Camper meint, es könne 40 Jahre lang ohne Reparatur bestehen, aber der Graf Wassenaar beweifst durch Rechnungen, dafs es alle 20 Jahre und noch öfter erneuert werden mufs. Alles was von den Nachtheilen der Holzwände gesagt ist, gilt auch von den hölzernen Höftern, welche gröfstentheils ohne Plan angelegt sind. Eine Behauptung, die ein Blick auf T. 55. und 56. beweiset, wo sie die sonderbarsten hiroglyphischen Figuren bilden. Da die aufrollenden Wellen gegen die steilen Wände dieser Werke auflau-

(*) Auf Tab. 36. Fig. 1. ist dieses Ueberstürzen der Wellen figürlich dargestellt. Aber nicht allein an diesen Pfahlwänden liefen die Wellen so hoch auf, sondern auch an den ehemaligen Pfahlwänden vor dem nordholländischen Seedeiche. S. Outwerp op den tegenwoordigen Dyk voor en bewesten Medenblick 1737.

laufen, und dann entweder über sie hin, und vor sie niederstürzen, so entstehen Tiefen längs und vor denselben, selbst da wo vor ihrer Anlage ein flacher Strand war, entstanden Tiefen, die von 10 bis 19 Fuſs unter die tägliche Fluth reichen. Die sonderbarsten Directionen dieser Höfter verursachen noch überdem Widerströme, und da einige zu weit in die See stehen, so leiden sie auch vom Eisgange, noch weit mehr aber von Sturmfluthen und vom Pfahlwurm. Die groſsen Summen, welche zur Reparatur der parallelen Holzwände haben verwendet werden müssen, übersteigen fast die Kräfte der Deichcommüne, und so können die Höfter — wenig Effect leistend — nicht immer mit Sorgfalt unterhalten werden, daher sind auch einige ziemlich destruirt. Sollte die Noth endlich auch hier nicht eine bessere Construction einführen? Doch! ich werde in den Beschreibungen der Seeuferbauwerke noch Gelegenheit haben, die Nachtheile, welche mit dem Pfahlbau verbunden sind, zu erörtern.

Nachtheilig sind auch alle vertical von Steinen aufgeführten Höfter, wie z. B. die Höfter vor den *Lagunen* von *Venedig* (T. 90). Indem die Wellen an die verticalen Wände eines solchen Höftes anbranden, erreichen sie eine doppelte und dreyfache Höhe. Die gegen diese verticalen Höfter anschlagenden Wellen wirken auf die Meeresfläche einige hundert Schuh dergestalt zurück, daſs die hieraus entstandene Bewegung den Seesand forttreibt, und die Tiefe vor den Höftern zunimmt; ja! die Wellen stürzen über einen Seedeich, der vor sich vertical stehende Bauwerke hat, und durchbrechen ihn. Ein Beyspiel hievon geben diese venezianischen Seeuferbauten. S. Fig. V. und VII. Tab. 90. Man muſs also den von Steinen aufgeführten Seeuferbauten soviel Böschung, als möglich, geben.

§. 7. *Die Lage der Seeuferbauwerke oder der Höfter auf das Seeufer* muſs senkrecht auf dieses Seeufer geordnet werden: weil dieselben sowohl der längs der Küste hinziehenden Fluth-, als dem Ebbestrom widerstehen sollen, und die perpendiculären Werke das gröſste Ablenkungsvermögen ausüben. S. S. 234. Auch verstärkt ein in die See hineingehendes, auf das Seeufer perpendiculär liegendes Bauwerk, die Geschwindigkeit des Fluthstromes nicht, weil es das Profil der bewegten Masse, dessen Breite gegen die Länge des Höftes, als unendlich groſs betrachtet werden kann, nicht einschränkt; mithin leitet es die nächsten Wassercolonnen ab, ohne daſs sie schnell um den Kopf des Höftes umgebogen werden und sonach kann hier keine anmerkenswerthe Vertiefung entstehen. Für die perpendiculäre Lage der Seeuferbauwerke spricht auch die Richtung des Ueberfalles vom Fluth- und Ebbestrom, und von der Welle. Diese Richtung ist nämlich allemal perpendiculär mit dem Werke, mithin würden über ein solches Höft, das einen stumpfen Winkel mit dem Seeufer bildete, die Wellen, so wie der Fluthstrom, an den Fuſs des Seedeiches oder des Seeufers, welches hinter solchen Bau liegt, anbranden; und ihn zu zerstören trachten. S. S. 229. u. s. w. Ferner lehrt es die Erfahrung, daſs die, in einer declinanten Lage liegenden Höfter viele Widerströme erzeugen, wenn die höchsten Barren von den sanft ablaufenden, perpen-

diculären werken in ihrem Angriffe auf das ufer geschwächt werden, indem sie auf dieser ihrer oberfläche allmählig aufrollen; ja! vermöge der cohäsion des wassers wird diese Defatigation, welche die, auf ein perpendiculär liegendes werk, aufrollenden wellen erfahren, sich in die gesammte wellenmasse, die an das ufer anbrandet, zertheilen. Hieraus folgt, daſs es der Ingenieur nicht versäumen dürfe, während denen der küste sehr nachtheiligen seestürmen, die Breite der anbrandenden wellen zu messen Diese Breite wird ihm nämlich bey der zu bestimmenden Entfernung der Bauwerke ein sehr wichtiges Hülfsmittel seyn. Wo also werke in zu groſser Entfernung liegen, da könnte man allerdings auf beyden seiten der spitze niedrige Flügel, senkrecht auf das werk anfügen, damit in dem zwischenraume, den zwo werke darbieten, nicht mehrere wellen zugleich aufrollen. Wird demnach alles dieses und der vortreffliche Effect der perpendiculären seeuferbauwerke erwogen, dann ist es evident: daſs man die Höfter, ohne besondere Beweggründe, nicht anders als perpendiculär auf das seeufer legen müsse. In den Fällen aber, wo das seeufer eine unregelmäſsige Lage hat, dürfte die wasserlinie des niedrigen Meeres, wohl diejenige Basis seyn, auf der man die Höfter perpendiculär legen kann; denn mit dieser läuft fast immer der Fluthstrom parallel. Um indessen dieses noch durch einen aus der Erfahrung abgeleiteten Beweis unterstützen zu können, will ich von dem Effect der Delflandschen — bey *Gravesande* (Tab. 40.), perpendiculär auf das seeufer liegenden Höfter, das wesentlichste anmerken. Als nämlich dieselben kaum vollendet waren, entdeckte man schon, an den auf verschiedenen Entfernungen geschlagenen Markirpfählen, eine anmerkenswerthe Erhöhung des strandes, und es wurden Muscheln auf dem strande gefunden, die auf einem abnehmenden strande nie liegen bleiben (allgemeene konst en Letterbode 1797 No. 175); auch an den Enden der Höfter, wo sonst bey der Ebbe 4 bis 6 Fuſs Wasser war, entstand eine verflächung des strandes (es wird hier von dem zustande gesprochen, als die werke noch 10 Ruthen kürzer waren) und dieser äusserst günstige Effect bewirkte im Jahr 1792 ihre weitere verlängerung. Daſs diese Höfter den strand erhöhen, dieſs habe ich selbst am 10. August 1798 sehr deutlich wahrgenommen, denn der gedeckte strand ist höher, als der ungedeckte, ja längs dem Fuſse des sanddeiches ist die sand-Anstäubung wenigstens drey schuh hoch. Sie erstreckt sich vorzüglich an der nordöstlichen seite jedes werkes auf etwa 36 Ruthen Entfernung. Alle Höfter, ausser No. 3 (T. 32.), liegen noch zu ihrer ursprünglichen Höhe; dieses hat sich aber oben bey *b* etwas gesenkt; daher ist dann auch eine flache Rinne *a b c* entstanden. So wenig diese senkung der construction, sondern lediglich der mindern consistenz des Bodens, zuzuschreiben ist; dient sie doch zum Beweise dessen, was von der schädlichen wirkung des ueberfalles (S. 229.) angeführt ist. Da wo hier der überfallende Fluthstrom eine senkung im werke No. 5. findet, wirkte er mit gröſserer Geschwindigkeit und mit gröſserer wassermenge auf den strand, worin also nothwendig eine vertiefung entstehen muſste, die jedoch nicht uferwärts laufen konnte, da der Fluthstrom perpendiculär überstürz-

te. Läge es aber unter einer schrägen Richtung mit dem Ufer, so würde die Rinne sich dem Sanddeiche, nicht dem Meere genähert haben; diese Senkung spricht also selbst für die perpendiculäre Lage solcher Seeuferbauwerke.

Versieht man die perpendiculär auf das Seeufer liegenden Höfter mit einem oder besser, mit zweyen Flügeln, wovon der eine den Ebbe- und der andere den Fluthstrom abweifst; so werden die Wellen noch mehr geschwächt. Aber diese Flügel müssen niedriger, als die Spitze des Höftes liegen, und eine runde Oberfläche erhalten, damit sie die Höhe der Wellen, durch ihre Anbrandung, nicht verstärken, und daher dem Fufse des Seeufers oder Seedeiches nicht gefährlich werden.

Ferner besteht bey der Anlegung der Seehöfter die wesentliche Bedingung darin: dafs zwischen denselben sich der Strand erhöhe, um vor dem Seedeich ein, die Wellen abmattendes, Vorland entstehen zu machen, und wie können dieselben dies besser, als wenn sie senkrecht auf das Seeufer liegen, wie es durch die Erfahrung, über die Seeuferbauwerke, die ich unten näher beschreiben werde, bestätigt ist? Daselbst, wo weder die Fluth und Ebbe, noch die Strömung unmerklich, und die Angriffe der Seestürme sehr veränderlich sind, wo die Brandungen bald nach dieser, bald nach jener Richtung aufrollen, sind in das Meer hineingehende Bauwerke unnöthig, weil sie keinen Strand erzeugen können, und es ist daher weit besser, das Seeufer mit Buschsteinwerken, oder mit grofsen Steinen bis über die Springfluthen hinauf, zu bedecken, oder auch längs dem Seeufer ein mit demselben parallel liegendes Buschsteinwerk aufzuführen.

§. 8. *Die Bestimmung der Höhe von den Seeuferbauwerken* ist für die Wirkung der aufzuführenden Anlagen äusserst wichtig, eines Theils in Hinsicht der Oeconomie und andern Theils, um den Ebbe- und Fluthstrom so wie den Stofs der Wellen zu schwächen. Ich will daher dieselbe im Allgemeinen zu bestimmen suchen. Diese Höhe hängt sonach von derjenigen Absicht, die der Ingenieur damit erreichen will, und von dem Locale selbst, ab. 1) Ein mit dem Seeufer *parallel* liegendes Werk werde um ein Sechstheil zwischen der ordinären Fluth und Ebbe, höher als die ordinäre Fluth, oder den Springfluthen gleich hoch, gelegt, damit es das Seeufer gegen den Angriff der Brandungen beschirme. 2) Wenn ich eine allgemeine Regel über die Höhe der Höfter geben wollte, so würde ich auf die Momente der Fluth Rücksicht nehmen. Beginnt nämlich die Fluth, so ist der Strom unbedeutend, und keines schädlichen Angriffes fähig. Gleiche Beschaffenheit hat es mit der Nachebbe und vor dem Moment des Stillstandes. Also kann das Höft längs seiner Spitze keine hydraulische Wirkung äussern, das ist, den Strom nicht abweisen — wenn es nicht mit dieser seiner Spitze über die ordinäre Ebbe erhoben liegt. Da bey der Nachfluth der Strom gleichfalls unbedeutend ist, so würde man das Werk an der Wurzel auch nicht bis zur ordinären Fluth erheben dürfen, wenn man nicht auf die Springfluthen und Wellen Rücksicht nehmen, und von denselben den gröfsten Angriff des Seeufers und

umlaufung des Bauwerkes erwarten müſste. Da von Cherbourg bis Cuxhaven die gewöhnliche Springfluth über die tägliche oder ordinäre, zwey Fuſs steigt, so würde ich, um mittelst den Höftern, den gröſsten hydraulischen Effect hervorzubringen, und der Zerstörung oder dem Angriffe des Seeufers zu begegnen, das Intervall zwischen der ordinären Fluth und der ordinären Ebbe in sechs gleiche Theile theilen, und die Spitze der Höfter einen solchen Theil über die tägliche Ebbe; die Wurzel aber einen solchen Theil über die tägliche Fluth legen. Jedoch nur in dem Fall, wenn ein solcher Theil bis zur ordinären Springfluth hinauf geht; denn diese sollten die Seeuferbauwerke an der Wurzel immer erreichen. Da, wo das Intervall groſs ist, ist auch die Geschwindigkeit des Fluthstromes gröſser, als wo es geringer ist. Dieses ist also die wesentliche Ursache, welche die höhere Lage der Bauwerke, bey höherer Fluth, nothwendig macht. Geht das Höft weit ins Meer hinein, so hat auf desen Höhe auch die Oeconomie Einfluſs: wenn es nämlich bey der ordinären Fluth keinen Strom zwischen sich und dem Ufer gestatten soll, so muſs es wenigsten an der Wurzel *a* (F. 8. T. 50.) die ordinäre Fluthhöhe erreichen. An seiner Spitze muſs man noch bey der Ebbe arbeiten können; also ist diese Spitze b nicht niedriger als die tägliche Ebbe zu legen. Soll es einen Sanddeich beschützen, so wird es gut seyn, dessen Wurzel a etwa 2 bis 3 Schuh über die ordinäre Fluth und seine Spitze der ordinären Ebbe gleich zu machen. Je höher die ordinäre Fluth steigt, desto mehr mag man beyde Puncte a und b erheben, um mit der Arbeit, die zur Zeit, wenn es ebbt, geschieht, nicht zu lange einhalten zu dürfen. Wird die Neigung der Oberfläche a b sehr beträchtlich genommen, dann werden nicht nur die Brandungen stärker, sondern es wird auch zu viel Strom nach der Spitze hingewiesen, der alsdann leicht vor ihr die Tiefe vermehren könnte. Was aber die Höhe der *Hafenwände* anbetrift, so hängt diese gar sehr von den herrschenden Winden und von der Lage des Hafens, in Rücksicht der See ab. Im allgemeinen wird diejenige Wand höher gemacht, die auf den stärksten Wind und gegen das Meer liegt. Auf ein von der Spitze gegen die Wurzel steigendes Höft müssen nun die Wellen allmählig auflaufen, und so wird ihr Angriff auf das Höft und das Seeufer geschwächt, weil die Queerschnitte der Wellen gegen das Seeufer zu immer kleiner werden, und ihre Kraft allmählig durch das Aufrollen auf eine schräge Fläche aufgehoben wird. Müſste ein Höft von einem niedriger, als ich die Höhe der Wurzel bestimmt habe, liegenden Vorlande oder Grooden abgehen, so wird über ein solches niedriges Vorland bis zum Deiche das Höft verlängert, und zwar nach der Construction der Strandhöfter s. S. 470. zum Theil in den Boden hineingelegt werden müssen.

§. 9. *Von den Böschungen der Seeuferbauwerke.* Gegen die auflaufenden Wellen hohe und steile Höfter zu erbauen, ist meines Erachtens, wie ich bereits im 6. §. anführte, zweckwidrig; denn wie können sie wohl die Baaren, Brandungen oder die auflaufenden Wellen, in ihrem Angriffe schwächen und abmatten, da doch die Natur der Wellen das nicht zuläſst, und uns alle hohe vertical stehenden Höfter und See-

ufer das Gegentheil zeigen? Denn je steiler das Seeufer ist, desto heftiger schlagen die Wellen gegen dasselbe hoch auf, und wirken auf das Meer zurück, so daſs sie eine Tiefe vor dem Seeufer verursaehen und keine Erhöhung des Vorufers zulassen. Auch jeder sandigte Strand ist uns ja schon davon Beweis genug: daſs man den Wellen so wie dem Fluthstrom nur sanft ablaufende Werke entgegen setzen muſs, wenn andere Rücksichten, als die geringe Tiefe und Weite der Hafenstrassen es nicht verhindern. Man sollte daher den Seeuferbauwerken die möglichst gröſste Böschung geben. Dieſs wird auch durch die *Friesischen-* (T. 55.) *seeländischen* und mehrere *Seeuferbauwerke* begründet, weil dieselben unaufhörlich, ihres verticalen Standes wegen, beschädigt werden. Dagegen halten sich die niedrig liegenden und flach ablaufenden Werke westlich Goederede, die Buschsteinwerke bey 'sGravesande (T. 40.) die bey Petten (T. 42.) und Nieuwendiep (T. 48.) vortreflich! Es ist daher wahrlich unerklärbar, welche Gründe einige Seeuferbaumeister haben, wenn sie fortfahren, steile Holzwände, die überdies höchstens nur ein halbes Jahrhundert ausdauern können, anzulegen. Sie ahmen solchen Fluſsbaumeistern nach, welche in groſsen und schnellen Flüssen, an den concaven Ufern, vor denen die gröſste Tiefe und der Stromstrich liegt, perpendiculäre Werke, ohne Böschungen, erbauen, und solche wohl bis zur Mitte der Bahn, selbst, ohne Böschung der Spitze des Werkes, aufführen. Bauwerke, welche nicht nur die Tiefe des Bettes vermehren, also den Angriff des Stromes auf das concave Ufer, welches sie beschützen sollen, verstärken; sondern die auch der Eisgang zerstört, und deren Stelle man nach einigen Jahren nur mit Hülfe der Stromkarte finden kann. Wann wird man solche, den Staaten kostbar fallende Methoden verlassen? Sie werden wohl so lange ihren Platz behaupten, bis die Natur der Flüsse und Fluthströme so wie die Wirkungen, welche die angelegten Bauwerke hervorbrachten, näher gewürdigt werden. Wir sehen auch nach den heftigsten Seestürmen und hohen Sturmfluthen, daſs der sandige Strand in seiner groſsen Böschung, ohne Auswühlungen erlitten zu haben, liegen bleibt; daſs hingegen die steilen Höfter, von welcher Gattung Materialien und mit welcher Sorgfalt sie auch erbauet seyn mögen, beschädigt werden.

§. 10. *Von der Form der Seeuferbauwerke* will ich Folgendes anmerken. Diese Werke sollen nämlich dem Strome, den Eismassen und dem Wellenschlage den möglich geringsten Widerstand darbiethen, das heiſst: man muſs denselben eine solche sanft ablaufende und abgerundete Oberfläche nach allen Seiten hin geben, als es die Oeconomie, die Ausführung in Praxis, und die hydrotechnischen Absichten gestatten. Von dieser anfänglich schwierig scheinenden Aufgabe ist die Auflösung sehr leicht, wenn wir uns anders von den Wirkungen der Natur belehren lassen wollen. Wir sehen nämlich, daſs *der Strand, nicht das Ufer* (*), aus dem feinsten Sande be-

(*) Auch nicht die Revettements oder Uferbefestigungswerke; denn bestehen diese aus bloſsen Steinen, so erhalten sie eine convexe Oberfläche, wie dieſs die Werke zwischen *Medenblick* und *Enkhuysen* beweisen.

stehend, in einer gerade ablaufenden schrägen Fläche liegt; selbst nach dem heftigsten Sturmwinde behält er diese Lage, ohne das mindeste von seiner Oberfläche verloren zu haben. Bey meiner letztern Reise (1798) in Holland habe ich auf diesen Umstand auch sorgfältig geachtet, und den Strand bey *Goederede*, an den Inseln *Texel*, *Vlieland* und *Terschelling*, so wie an a. O. so gefunden. Es mufs also 1) die Mittellinie *a b* Fig. 8. T. 50. *eines in das Meer hineingehenden Höftes*, nicht eines Ufer-Revettements, so flach als möglich und nach einer geraden Linie gebildet seyn. Auch die Werke der Kunst sprechen für diese Bestimmung; so bleiben z. B. die blofsen Buschwerke am nordwestlichen Gestade von *Goederede* dem heftigen Nord- und Nordwestwinde blofs gestellt, nur defswegen liegen, weil sie flach ablaufen, daher haben sie seit ihrer Erbauung keine andere Beschädigung erlitten, als diejenige, welche von der Einwirkung des Seewassers auf die oberste Buschlage und den Verzäunungen erfolgte, und die alle drey Jahre eine neue Decklage erfordert. Wie vielfältig sind aber nicht dagegen die Beschädigungen, an denen in ihrer Nähe gelegenen hölzernen *Schirmhöfter* gewesen? Nimmt man aber die holländischen Busch-Steinhöfter zum Muster an, und die dazu mit allem Rechte aufgestellt werden können; so ist es zweckmäfsig, dafs die Neigung der Mittellinie *a b* (F. 8. T. 50.) des Höftes sich zur Höhe *a g* wie 66:1 verhält. Alsdann wird die tobende Welle auf des Werkes Oberfläche sanft aufrollen, und ihre Kraft wird allmählig geschwächt werden. Die krumme Linie wird bey einem ins Meer hineingehenden Werke in der Ausführung viele Schwierigkeiten darbieten, und wie geringe ist nicht die Elevation einer Curve bey einem in die See hineintretenden Werke, dessen Oberfläche eine Schräge enthält, die sich zur Länge zwischen 1:60 und 1:90 verhält? und zeigt uns nicht hierin, wie wir so eben gesehen haben, die Natur die richtigen Wege? Indessen mufs man einen Unterschied zwischen Uferdecken, dem Ufer nahe gelegenen oder mit dem Ufer parallel laufenden Werken und solchen Höftern, die in die See hineingehen, machen; denn es scheint die Wirkung der Natur für die *Convexität* der Steinböschungen am *Fufse des Ufers* zu sprechen, weil eine *vor dem Ufer hin* (nicht auf den Strand in die See hinein, wo des Fluthstromes und der aufrollenden Welle Wirkung eintritt, auch nicht auf das Seeufer) geschüttete Steinbank, gar bald eine convexe Oberfläche erhält. Indessen wird auch hierüber die Anwendung und das Local entscheiden müssen: denn zu solchen Werken, die in beträchtlicher Tiefe aufgeführt werden, lassen sich theoretische Vorschriften nicht genau befolgen; ja, was am Fufs des Seeufers vor dem Waat und Strand leicht in Ausübung gebracht werden kann, ist nicht in grofser Tiefe anwendbar; insbesondere da man unter diesen Umständen die Dossirung so flach als möglich machen mufs, wo also selbst die Convexität unmerklich wird.

§. 11. Da die Wellen an ein steiles Seeufer stärker als ein flachablaufendes anbranden, und mit gröfserer Gewalt zurücklaufen, so mufs das vor demselben zu legende Höft auch eine gröfsere Böschung erhalten. Was also die *Form des vordern Theils*

eines seeuferbaues oder Höftes anbetrifft, so wird es zweckmäſsig seyn, sie nach einem halben zirkel zu runden und die Dossirung nach einer Elipse auslaufen zu lassen. In beträchtlicher Tiefe, mag diese zur Höhe wie 12 : 1, wie 6 : 1 und in minderer Tiefe wie 4 : 1 oder wie 3 : 1 sich verhalten. Bey dieser Bestimmung muſs immer, wie gesagt, auf die Lage des Seeufers selbst Rücksicht genommen werden. Hafenhöfter, an denen die schiffe anlanden sollen, dürfen gegen die Hafenstraſse zu, nicht eine solche sanfte Abdachung haben. So werden z. B. die schmalen Einfahrten öfters nur eine Dossirung wie 1 : 1, nämlich Hafenwärts, gestatten. Auch wird diese Dossirung hinreichend seyn, da man sie ja unter der Linie *a b* F. 12. T. 50. so tief die Schiffe gehen, verstärken, und also dem werke eine groſse Basis geben kann. Die cirkelrunde Form, welche der Kopf eines Höftes haben muſs, läſst sich nicht nur bequem construiren, sondern sie schwächt auch des stromes und wellenschlages Geschwindigkeit; deſswegen sind insbesonders die Buschsteinhöfter sowohl bey *s'Gravesande* als bey *Petten* (T. 40. und 42.) mit einem nach einem halben Cirkel geformten Kopfe versehen. Nach den zwo Seiten hin mögen sich die Dossirungen derer in beträchtlicher Tiefe zu erbauenden werke, nicht die oberfläche, zur Höhe wie 3 : 1 oder wie 4 : 1 verhalten.

§. 12. In Ansehung dessen, *welches in Praxis die beſste Figur für das Queerprofil des obern-Theiles* (F. 9. T. 50.) *eines Höftes sey*, ist zu bemerken, daſs der Eisgang sich über die oberfläche solcher werke stürzt, und auf derselben die Eisschollen brechen, daſs der Fluthstrom (während den stürmen) die oberfläche bald nach dieser, dann nach einer andern Richtung angreift und über sie fällt; und daſs endlich die Barren gegen solche oberfläche in ihrem furchtbaren Angriff zerstäuben. Es ist sonach einleuchtend, daſs man dem Queerprofil eines Höftes eine runde Form geben; daher werden dessen höchster Punct *a* (F. 9. T. 50.) und die beyden Seitenpuncte i und k, die drey Puncte seyn, welche man mit einem segment des Cirkels verbinden muſs, und alsdann wird die oberfläche des werkes von der Linie i a k gebildet. Ein solches Profil erfordert weniger Materialien als ein anderes, und bietet der welle so wie dem strome einen gleichförmigen widerstand dar. Es kann von Faschinen sehr gut construirt werden, wie es die Erfahrung beweist, und die auf den obern Lagen gelegten steine setzen sich durch ihr senken immer fester zusammen.

Ueberhaupt muſs die oberfläche eines Höftes oder in die see hineingehenden Bauwerkes so eben als möglich seyn, damit die wellen ohne störung darauf auflaufen, und die einzelnen Materialien weder von diesen noch dem Fluthstrome heftig angegriffen werden. In dieser Hinsicht hat man auch die werke am Helder recht *sorgfältig* mit groſsen steinen gedeckt, und diese auf die hohe Kante gesetzt, den Zwischenraum aber mit steinschut ausgefüllt. Selbst der groſse Fangedam am Nieuwendiep T. 47., in dem eine Pfahlreihe wegen dem verlaufen des Sandes geschlagen ist, ist mit ziegelgraus und groſsen steinen, über die Pfähle hin, gedeckt worden. Wie nöthig dieses

sey, beweisen insbesondere die von der Hoogheemrathschaft Delfland gebaueten drey Höfter bey s'Gravesande, T. 32. von denen wir noch näher sprechen werden! In ihnen stehen 6 bis 7 Fuſs lange eichene Pfähle, ein Paar Schuhe über die Oberfläche; hervor, diese verhindern, die Steine sich fest aneinander zu setzen; und so sind die groſsen Steine über einander und die Ziegelsteine herausgeworfen, da doch die früher erbauten acht Höfter, in deren Oberfläche keine Pfähle hervorstehen, nicht beschädigt sind. In dieser Hinsicht sagt Brunings auch (Woltmans Beyträge 2. B. S. XXXIII). „Die Pfähle in der Steindossirung sind meiner Meinung nach unnöthig, wenn man kein formelles Kist- oder Fachwerk machen will. Schwere Steine auf ein Bett von Ziegelgraus dicht und regelmäſsig aufgesetzt, dieſs kann selbst den Seebrandungen widerstehen, so wie wir an unsern steinern Seedeichen und Höftern sehen. Wenn gleich zuweilen ein Stein herausgeworfen wird, so weiſs man sich wohl zu bescheiden, daſs keine Wasserbauwerke zu machen sind, die alle Ausbesserungen entbehren könnten.“ Bey den Revettements dürfte indessen doch diese Bauart nicht ganz verwerflich seyn, wenn nämlich die *Steine nicht zu groſs sind*, und auf Ziegelgraus gelegt werden, wie z. B. bey der Steinböschung am Neufelderdeich bey Cuxhaven T. 48. geschehen ist; besser scheint es mir indessen auch zu seyn, die Pfähle ganz wegzulassen. Auch *die Mittelpfahlwand, derer man sich ehemahls zum Seebau auf Goedereede bediente, ist nur selten vortheilhaft*. Ja, es haben solche Werke, in deren Mitte einige Schuhe über die Oberfläche eine Pfahlwand hervorsteht (wie z. B. in a an den Schirmhöftern auf Goedereede T. 49.) jetzt in Holland allen Beyfall verloren, und sind in neuern Anlagen, als am Helder bey s'Gravesande und bey Petten, ausser allem Gebrauch gekommen. Ueber sie drückt sich der Inspector der Wasserbauwerke des Nieuwendieps und der neuen Arbeiten in Medenblick, Herr Goudriaan (Verhandelingen van het Bataafsch Genootschap der Proefonderv. Wysbegeerte te Rotterdam 9. D. p. 188) so aus: „Gewiſs ist eine Pfahlwand in der Mitte eines Höftes nachtheilig, wegen dem Aufsetzen der Steine, aber insbesondere, weil sie die Stärke des Werkes vermindert, denn sie giebt ja nicht zu, daſs es ein vollkommenes Ganze ausmache.“ Bey allen diesen Nachtheilen, die eine Pfahlwand mitführt, könnte es doch wohl auch Fälle geben, wo man sich ihrer mit Nutzen bedienen würde, z. B. da, wo die zwo Buschwerke an deren Seiten mit Ziegelgraus und Steinschut, nicht mit groſsen Felssteinen, beschwert werden; wo das Werk in keiner sonderlichen Tiefe hinein liegt; wo man durch die Pfahlwand eine Ersparung des Busch- und Steinwerkes bezielt, und wo endlich der günstigen Lage des Strandes und Wattes wegen, Aufschlickung oder Ansandung vermittelst der höhern Pfahlwand bewirkt werden kann. Wenn sie also, im Allgemeinen genommen, mehr Nachtheil als Vortheil bringen wird, und keineswegs denen Forderungen, die wir vorne aufgestellt haben, entspricht, so wird sich ihrer der Ingenieur doch mit Nutzen in gewissen Fällen, wie gezeigt ist, bedienen können.

§. 13. *Ueber den Abstand, in dem die Höfter gelegt werden sollen, bemerke ich folgendes.* Die Regel, welche ich hier geben will, ist von mir aus der Lage und den Wirkungen der Seeuferbauwerke, zwischen *Havre* und *Cuxhaven* abgeleitet. Dieser Abstand betrage nämlich $\frac{66}{100}$ der Länge eines senkrecht auf das Seeufer liegenden Höftes, wenn der Fluthstrom bey mittlerer Fluth nur eine mittelmäſsige Geschwindigkeit, etwa von zwey Fuſs in der Secunde hat. Ist diese kleiner, so kann man den Abstand bis zur Länge eines senkrecht auf das Seeufer liegenden Höftes (höchstens) verkleinern; im Gegentheil und bey einem sehr flachen Strande hin, bis zur $2\frac{1}{2}$ ja bis zur dreyfachen Länge eines Höftes, vergröſsern. Anstat die Höfter über dieses Verhältniſs hinaus auseinander zu rücken, wird es besser seyn, keine anzulegen, sondern nur Revettements oder Uferbauwerke. Da, wo aber ein Höft liegt, welches mit dem Seeufer eine schräge Richtung oder einen stumpfen Winkel bildet, muſs die Entfernung von dessen Spitze bis zum Seeufer (senkrecht auf dieses) es seyn; nach welcher man die Entfernung des nächsten Höftes, dem oben gegebenen Verhältniſs gemäſs, bestimmt. Jedoch kann diese Entfernung immer noch etwas geringer ausfallen, weil der hydraulische oder Ablenkungs-Effect eines senkrecht auf das Seeufer gerichteten Werkes gröſser, als eines darauf schräge liegenden Werkes ist.

§. 14. *Was die Uferbauwerke, welche unmittelbar das Seeufer bilden, betrifft:* so sind dieselben an manchen Stellen den Höftern vorzuziehen. Sie werden überall, wo sie nach einer zweckmäſsigen Construction gemacht, und mit einer, dem Angriffe der Wellen entsprechenden, Böschung angelegt werden, dem Zwecke entsprechen. Man muſs sie aber auf keine Entfernung von einander anlegen, sondern eine fortlaufende Böschung bilden lassen, weil die einzelnen Theile eines künstlichen Seeufers nicht den Eintritt der Seewogen in das dadurch zu beschützende Land gestatten dürfen.

§. 15. Bey *Parallelwerken* ist in dieser Hinsicht zu erwägen; daſs dieselben ein unregelmäſsiges Aufrollen und Ueberwerfen der Wogen bewirken. Also ist es nöthig, daſs man sie entweder ganz nahe an der Deichs-Dossirung oder auf eine bedeutende Entfernung davon anlege. Nahe, damit die überrollende Welle gleich von der Böschung des Deiches wieder gemäſsigt wird, und also nicht Auswühlungen verursache; auf eine Entfernung vom Deichfuſs, etwa auf 186 bis 300 Fuſs (*), wenn das Vorland eine feste Grünschwarte ansetzt, die das Anbranden der Wellen verträgt. Wenn dieſs aber nicht ist, und das Vorland aus weichem Boden besteht, so muſs man in dem Parallelwerke kleine Oeffnungen lassen, durch welche das Wasser läuft. Dieses wird den Raum zwischen dem Werke und dem Deichfuſs anfüllen, daher den Angriff der über das Parallelwerk überrollenden Wogen mäſsigen, weil sie auf diese Wasserfläche und nicht unmittelbar auf das Vorland fallen. Auf diese Weise bildet ein so gemach-

(*) Daſs in solcher Entfernung, die über die Parallelwerke stürzenden Wellen unschädlich für dieselben überrollen können, und alsdann geschwächt, an den Deichfuſs fallen, beweiset die Lage des Parallelwerkes vor dem Neudöser Seedeich bey Cuxhaven (Tab. 48.)

tes Parallelwerk auch Schlickfänge - Bezirke, worin sich das, aus der Flußmündung kommende, Material lagert. Bey den mehrsten Localfällen wird es jedoch zweckmässiger seyn, anstatt derer nahe an den Deichfuß anzulegenden Parallelwerken, dem Deiche selbst eine größere Stärke zu geben, und seine Böschung bis zur Höhe der höchsten Sturmfluthen, das ist z. B. an der Jahde auf eilf Fuß über die ordinäre Fluth, mit Steinen zu decken. Das zweckmäßigste Profil eines solchen Deiches und die zweckmäßigste Steinböschung ist in dem Profil des Deiches an der Nordwestseite des Kielplatzes am Nieuwendiep (T. 47. und in F. 4. T, 56.) dargestellt.

§. 16. *Die Länge der Höfter* richtet sich nach der Tiefe, denn wo die Tiefe vor dem Deichfuß liegt, mag man sie nicht über 120 Fuß (etwa zwischen 60′ und 120 Schuh) machen, auch da nicht, wo man noch Vorland vor den See - Deichen hat. Die größte Länge betrage 600 Fuß, es sey denn, daß eine größere Länge nöthig wäre, wegen der Figur des Seeufers, welches man, wo möglich, ohne einzeln hervorstehende Ecken oder eingebogene Stellen rectificiren soll, damit der Fluth - und Ebbestrom, so wie die Wellen eine regelmäßige Krümmung oder eine regelmäßig gerade Seewehre, worin die Spitzen der Höfter gleichweit vortreten, finden.

§. 17. Diese vorgetragenen Grundsätze und Maximen zeigen nun: daß der Ingenieur, ehe er zum Entwurfe eines wichtigen Seeuferbaues schreitet, folgende Beobachtungen uud Messungen anstellen müsse. Sie werden nämlich bestehen: 1) In einer genauen hydrotechnischen Karte, die alle solche abwechselnde Tiefen (auf die ordinäre Ebbe oder Fluth reducirt) und Sande enthält, welche nur einigen Einfluß auf die Seeuferbauwerke haben können. 2) Werden sie bestehen: in der Kenntniß von der Richtung und Geschwindigkeit des Ebbe - und Fluthstromes (*); von dessen täglichen und hohen Steigen und Fallen längs der Küste. 3) Müssen sie eine geschichtliche Nachricht geben, von denen mit dem Strande; dem Seeufer und den älteren Bauwerken vorgegangenen Veränderungen. Sie werden 4) in der Erforschung von den Bestandtheilen des Strandes, des Meerbodens, des Wattes und des Mayfeldes, bis auf eine gewisse Tiefe, bestehen müssen; 5) werden sie eine Bekanntschaft mit den Wirkungen von den Aufschlickungen; von den Anstäubungen des Sandes (in der Nähe wo man bauen will) fordern, und es wird 6) der Ingenieur die Nachrichten sammeln: aus welcher Weltgegend die herrschenden Winde wehen; wie hoch die Wellen gegen diese oder jene Fläche, deren Neigung er kennen muß, aufrollen und sich erheben; ob der Pfahlwurm an der Küste ist; und dann wird er endlich den Effect der Bauwerke, durch wiederholte Tiefenmessungen, in Erfahrung zu bringen haben.

(*) Dazu wird, ohne große Kosten zu verursachen, die (S. 145. u. s. w.) mitgetheilte Methode dienen.

ZWEYTFR ABSCHNITT DER SEEUFERBAUKUNDE,

ODER

ANGEWANDTE SEEUFERBAUKUNDE.

§. 18.

Bereits in den vorhergehenden §. §. habe ich die Bedingungen, denen die seeuferbauwerke entsprechen müssen, aufgestellt, und zu beweisen gesucht, dafs die mit Faschinen aufgeführten und mit steinen bedeckten seeuferbauwerke allen Absichten des Ingenieurs entsprechen. Ehe ich jedoch zu der Beschreibung von der Ausführung dieser Bauconstruction übergehe, glaube ich noch Folgendes bemerken zu müssen:

a) Jedes Bauwerk, welches in den strom oder in das Meer hineingeführt werden soll, mufs von dem Ingenieur immer aus zwo Gesichtspuncten betrachtet werden. Es wird nämlich erstlich: *rein hydrotechnisch zu bestimmen seyn*: der ort, wo das werk liegen soll, 2) dessen Richtung in das Meer hinein; 3) dessen Länge, 4) die Höhe, 5) dessen Form. Dann erst wird 6) nach den Kräften der Baucasse, *die construction* (aus welchen Materialien und wie das Werk werden soll) *die den Absichten unter gewissen gegebenen umständen zum befsten entspricht, auszumitteln seyn.* So könnte der Ingenieur z. B. den Busch-steinwerken den vorzug zugestehn und dennoch, wegen Mangel an Faschinen und steinen, genöthigt werden, sich mit andern Materialien gegen den Angriff der see zu vertheidigen; bey den Häfenwänden könnte es an Raum fehlen, um solchen werken die ihnen nöthige Abdachung zu geben; man könnte genöthigt seyn, die Mündung eines Hafens vermittelst steiler hölzerner Höfter tief zu erhalten, oder auch dadurch das Aus- und Einlaufen der schiffe bey hartem winde zu erleichtern. Diese Fälle werden jedoch nur selten eintreten! und der Ingenieur wird dann vorsichtig zu werke gehen, und sich nicht in das Meer hinein wagen, noch eine lange Dauer von den Holz- und blofsen Buschwerken erwarten. Wie kann er sich wohl von denen aus Pfählen erbauten Höftern und von steinkisten, die verticale wände haben, einen günstigen Effect; eine Dauer auf mehrere Jahrhunderte hinaus versprechen, zumal wenn er den wirkungen des hydrotechnischen Terroism an der friesländischen und gröningschen Küste, am Dollard und an mehreren strandgegenden nachspürte? wenn er dort die verticalen zahllosen Holzwände, des stromes und wellenschlages Gewalt reizend, gesehen hat? wenn er es weifs, dafs der see- oder Pfalwurm dort alle Pfahlwände in 25 Jahren, (jeden Pfahl gleich einer Honigscheibe (alle horizontale Durchschnitte eines vom seewurm zermalmten Pfahls enthalten zellenartige Löcher) zermalmet? Doch ich will hier keine Analyse

von den bisher bekannten Bauwerken entwerfen, die auch zu weitläufig werden dürfte, sondern ich glaube, dafs es zweckmäfsig seyn wird, die Vergleichung der verschiedenen Baumethoden dem Leser selbst zu überlassen, indem ich ihm ja dazu die Data, in der Beschreibung von so manchen Bauwerken, andern Theils in dem bereits vorgetragenen gebe. Ich wage es also, hier eine Construction, als die zweckmäfsigste, aufzustellen, welche zugleich die einfachste und gewifs auch die wohlfeilste ist, wenn nämlich die Dauer, die sie gewährt, in Erwägung gezogen wird.

§. 19. Aus den aufgestellten Forderungen und den Bestimmungen der befsten Form zu den Seeuferbauwerken geht hervor: dafs ein aus Pfählen und Holzwänden construirtes Bauwerk, jenen nicht entsprechen könne, weil es nach diesen nicht aufzuführen ist. So kann z. B. die Schräge eines Pfahles nur die Hälfte der Höhe betragen. So zermalmt der Pfahlwurm, an der *Nordsee* bis zum *Dollart* wie vor den Lidi von Venedig, das Holz binnen 25 Jahren; auch das Seewasser und die Luft verzehren es. Die Bauart mit Rampfählen ist überdem sehr kostbar, und kann sie wohl auf Jahrhunderte hinaus allen Zufällen widerstehn? Können die steilen Holzwerke in jeder Tiefe aufgeführt werden, und den Strom sanft ableiten — des Wellenschlages Gewalt mindern? Wird ein Pfahlhöft wohl ein *einziges Ganze* formiren? Wenden wir uns zu den blofsen Steinversenkungen, so sehen wir: dafs diese Bauart in einem weichen Boden nicht zweckmäfsig ist, indem die Steine darin hineinsinken, und dann rollen die obern über die untern in die Tiefe und den Schlamm hinab. Wie kostbar sind sie überdem nicht, wie selten erlaubt es die Localität sie in Ausübung zu bringen? Die gemauerten Bauwerke, auf Steinschutt gegründet, sind aber zu kostspielig, als dafs man sich ihrer in vielen Fällen bedienen könnte, ungeachtet sie die gröfste Dauer versprechen. Aber zu den Revettements kann man sich der Ziegelböschung, wo die Ziegelsteine auf den Kopf gesetzt werden, bedienen, wie so z. B. des Yssel Deiches Krone unter Gouda und ein Theil von der Dossirung, mit Ziegelsteinen regelmäfsig gepflastert ist. Eine solche Ziegelböschung hat auch Hr. Woltmann T. 48 auf Klay gesetzt, und ich habe sie nach einem Sturm fast gar nicht beschädigt gefunden. Was sollen wir nun von den Kegeln zu Cherbourg sagen? doch davon bey Gelegenheit der Analyse der dortigen Werke. Von den Faschinenwerken kann man sich aber einen guten Erfolg versprechen, wenn sie hinlänglich mit Steingraus, oder mit Kiesel und grofsen Steinen bedeckt sind. *Also mufs der Faschinenbau mit dem Steinbau verbunden werden.* Einen solchen Bau kann man mit Hülfe der Sinkstücke nach zweckmäfsigen Formen und in jeder Tiefe aufführen, auch hat die Erfahrung für seine grofsen Vorzüge entschieden, wie wir noch oft zu zeigen Gelegenheit finden. Es wird demnach nöthig seyn, zu sehen, wie man sich seiner bedienen könne 1) zu solchen Bauwerken, die auf dem Strande oder den Watten, das ist, die zu keiner sonderlichen Tiefe gelegt werden. 2) Wie man mit ihn die Meerdämme, Höfter oder Molen und Hafenwände in grofser Tiefe erbaue.

Erstens: von der Aufführung der Busch-Steinwerke auf den Strand und den Watten. T. 50. Legt man nämlich in Holland ein Höft auf den Strand, so wird der Sand 1 Schuh tief oder noch etwas mehr (Fig. 9.) in i k n o ausgehoben, und dann werden die Faschinen (*) in dieser Ausgrabung eingelegt, auseinander gebreitet, und mit 6 bis 8 Zoll hohen Verzäunungen, die um 4 Schuh lange und 2 Zoll dicke Pfähle gewunden werden, befestigt. Diesen Zäunen sind aber die Wippen defswegen vorzuziehen, 1) weil damit die Arbeit sehr beschleunigt werden kann, denn auf ihrer Beschleunigung kommt es doch bey einem solchen Bau, der während der Ebbezeit aufgeführt wird, sehr an, 2) können die Verzäunungen, die allerdings auf der Decklage sehr nöthig sind, in den innern Lagen einige Höhlungen verursachen, insbesondere wenn das Werk nur mit Steingraus beschüttet wird, weil sie nicht so compact zusammen gedrückt werden können, als die Wippen. Auf die erste Faschinenlage kömmt dann eine zweyte, von der die Bände aufgehauen und das Busch, alle Reiser fest nebeneinander, dergestalt ausgebreitet wird, dafs keine Zwischenräume entstehen. Dieser Busch wird mit Wippen von 2 zu 2 Fufs Abstand überzogen, die mit Spickpfählen befestigt werden; dann wird die erste Buschlage mit dem ausgeworfenen Sande bedeckt. In den Pfählen wird oben eine kleine Kerbe gehauen und in dieser wird, wenn der Pfahl durch die Wippen bis auf ein paar Zoll geschlagen ist, ein Hölzchen gesteckt, welches das Erheben der Wippen oder der Verzäunungen behindert. Eine geringe Arbeit, die bey den Faschinenwerken aller Art sehr nützlich ist. Kurz vor der Fluth wird der vordere Theil des noch unvollendeten Stückes mit grofsen Steinen beschwert, damit die Faschinenlage nicht forttreiben kann; bey der Ebbe werden diese Steine wieder rückwärts gebracht, und die Arbeit wird von neuem fortgesetzt. Das Werk wird also, der Fluth wegen, stückweise vollendet und zwar so, dafs noch immer Buschschichten vorausstehen. Nachdem die oberste Faschinenschicht bezäunt ist, werden die Zwischenräume zwischen den 8 Zoll hohen Zäunen mit zum Bauen unbrauchbaren Ziegelsteinen (mit Bricksteinen, Ziegelgraus) und Steingraus gefüllt; auch kann man sich der Kiesel und des Schuttes von alten Mauern bedienen. Auf diese Unterlagen werden die grofsen Steine (Wacken oder auch Feldsteine genannt) von 200 bis 1800 ℔. schwer gesetzt. Zu den Unterlagen wird man sich aber nicht der Moorsoden der Heide der Bohlen oder Diehlen (die Bohlen lassen zwischen sich und der Buschdecke Räume, und dann kann man mit ihnen dem Bauwerke keine runde Oberfläche geben; endlich können die eckigen Steine schlechterdings ein festes Lager darauf *nicht* erhalten) mit Vortheil bedienen können, denn die grofsen Steine müssen recht in den Steinschutt, ihrer Ecken wegen, hineingerüttelt werden, wenn zuvor nach jedes Steines Form ein Lager eingerichtet ist. Auch mufs man sie am Seeufer nicht auf den blofsen Busch legen, welcher gleichfalls ein zu *plattes Unterlager*

(*) Hier mufs ich noch bemerken, dafs der Pfahlwurm in solche schwache Reiser, als woraus die Faschinen bestehen, nicht eindringt.

ist; der andern Theils auch unbedeckt vom eindringenden Seewasser aufgelöset werden würde. Bey der Ermangelung des Steingrauses wäre es noch besser, die obere Buschdecke mit Sand zu überfahren, als sie bloſs zu lassen, oder wohl gar mit Bohlen zu bedecken; dann wäre aber auch die gröſste Sorgfalt anzuwenden, daſs in den Zwischenräumen der groſsen Steine Ziegelgraus und Steinschutt hineingestreuet, getrieben und gekeilt würde. Für die Arbeiter wird es gut seyn, wenn man eine Gattung Steine hätte, die ziemlich von einerley Gröſse und Schwere wäre. Die gröſsten Steine werden durch einen Hebebock gehoben; derselbe besteht aus zwey oder drey schräge stehenden Bäumen, unter deren Vereinigungspunct eine Scheibe hängt, um die ein Seil läuft, das wieder um eine Rolle geht, die etwa 5 Fuſs über den Boden hängt; vermittelst diesem Seile wird die eiserne Krum-zange, welche den Stein faſst, zusammengezogen, und der Stein aufgehoben. Beym Heben wird auf den Mann 200 Pfund gerechnet. Um die obere Rundung des Baues so regelmäſsig, als möglich zu machen, könnte man sich einiger hölzerner Schablone bedienen; nämlich eine zur Bestimmung der Form von der obersten Buschlage, und die zwote könnte des Steinschuttes Rundung angeben, und eine dritte aber würde beym Setzen der groſsen Steine von Nutzen seyn. Nachdem diese Steine aufgesetzt sind, werden die Zwischenräume mit Stein und Ziegelgraus aufs sorgfältigste gefüllt. Da wo, nach Verlauf einiger Zeit, Unregelmäſsigkeiten in der Decklage entstehen, hebt man die groſsen Steine auf, und füllt den Raum wieder mit Ziegelgraus, setzt alsdann erst die groſsen Steine regelmäſsig. Wollte man keine Kosten sparen, so könnte die Oberfläche noch mit einem Trasguſs oder mit andern Cement überschüttet werden; zu Hafenwänden lieſse sich ein solcher Guſs auch wohl anwenden, aber zu Seeuferbauwerken ist er zu kostbar. Einige lassen an den Seiten F. 14. T. 50. eine perpendiculaire Buschwand x z aus ganzen Faschinen, deren Sturzenden nach aussen liegen, bestehen. Die Erfahrung hat aber an den Höftern bey s'Gravesande bewiesen, daſs sie der aufrollenden Welle Kraft an der steilen Wand x z befördert; daher der Strand x y bis etwa in v ausgehöhlt wird; deſswegen ist man genöthigt gewesen, den Raum x v z mit Steingraus, ja mit groſsen Steinen auszufüllen. Diesem nachtheiligen Erfolg dürfte man aber durch eine Steingraus-Auffüllung x y w begegnen.

Soll der Kopf eines solchen Strandhöftes zu einer beträglichen Tiefe aufgeführt werden, so muſs derselbe von Sinkstücken S. 262 u. s. w. dergestalt bewerkstelligt werden, daſs die untern vor den übrigen wenigstens 3 Fuſs hervorstehen (F. 10. 50.), und die Steine auf diesen Vorsprung liegen bleiben; also nicht in das Meer herabrollen. Auf den Sinkstücken kömmt dann die Busch- und Steindecke, wie so eben gezeigt ist. Ueber den untern Theil der Dossirung läſst man erst Ziegelgraus, dann groſse Steine hinunter rollen, und diese werden nicht auf des Meeres Bett fallen, da sie, wie gesagt, von den untern Sinkstücken 1. Fig. 12. zurückgehalten werden. Auch kann man noch dadurch Steine zu ersparen suchen, wenn sie theuer sind, daſs man die 2te, 3te oder 4te Sinkstücklage

um 3 Fuſs vor die obere hervorspringen läſst (T. 50. F. 13.). Alles was nun hier von dem Kopf eines Strandhöftes gesagt ist, kann auch auf solche Meerdämme, die man in groſsen Tiefen zu erbauen genöthigt ist, angewendet werden.

2) *Von der Aufführung der Buch-Steinhöfter oder Molen mittelst Sinkstücke.* In der Hinsicht, daſs die Zusammenfügung eines von Faschinen erbaueten Sinkstückes, und dessen Versenkung, s. S. 262 u. s. w. aufs vollständigste beschrieben ist, werde ich hier um so kürzer seyn dürfen. Solche Sinkstücke werden also, wenn zuvor die Gestalt des Bettes durch Tiefenmessungen aufs sorgfältigste erforscht ist, wo möglich, zur Zeit des Wasserstillstandes dergestalt versenkt, daſs das erste Stück 1. Fig. 10. 11. T. 50. so nahe als möglich an das Ufer stöſst; gegen dieses werden die Stücke 2 und 3 eingesenkt, und so ins Verband nach oben am Ufer zu fortgefahren; nachher geht man weiter mit einer neuen Lage ins Meer hinein, und zieht sich wieder mit den übrigen Lagen nach dem Ufer zurück. Der Zwischenraum zwischen den Sinkstücken und dem Ufer so wie zwischen den Stücken selbst kann mit Steinschutt gefüllt werden. Sollte ein groſser Raum entstehen, so kann man diesen ja mit Senkfaschinen s. 308. oder mit Steingraus füllen. Die untersten Sinkstücke wird man immer gröſser als die obern zu machen haben; wie dieſs dann die 12. und 13. Fig. deutlich zeigt. Wegen den Sinkstücken bemerke ich noch, daſs man sie auch wohl dicker als 6 Fuſs machen könne; werden sie indessen stärker als 3 Fuſs, dann wird im Innern Schlickerde, oder auch Ziegelgraus (ja man kann auch Steinschutt und Kiesel gebrauchen) vertheilt, und diese Lage wird dann wieder gedeckt, wie es schon S. 262. u. s. w. gelehrt ist. Ferner muſs das Stück gleich am Ufer, wenn es ins Wasser hinabgelassen ist, dergestalt beschwert werden, so daſs es nur eben schwimmt. Dadurch wird nämlich das Umkippen, während dem Versenken, verhindert, welches erfolgt, wenn es zu leichte ist. Eine kurze Erfahrung wird hierbey noch jedem Practiker die Tactik des Versenkens besser lehren, als sie sich auch noch so umständlich beschreiben läſst.

Zum Kopfe eines solchen Werkes werden die Sinkstücke kleiner seyn müssen, als zu dessen Körper, und so kann in dem Raum 3,3, dann in dem Raum 2. 3. Fig. 10. endlich ein Stück an der Spitze versenkt werden. Diese Stücke wird man nach der Form des Kopfes machen, weil die Sinkstücke ja nach allen möglichen Formen construirt werden können (T. 20. F. 5.). Unregelmäſsigkeiten können auch hier mit Senkfaschinen s. S. 308 ausgefüllt werden. Ist dann die Arbeit zum niedrigen Meer emporgestiegen, so wird der obere Theil c d e (F. 11. 12.) nach Art des Kribbenbaues (s. S. 248.) zur Ebbezeit aufgeführt, und dann wird der Steinschutt, endlich die grossen Steine eingestürzt, und die Oberfläche mit Ziegelgraus und groſsen Steinen gedeckt. Was die Hafenwände betrift, so zeigt, z. B. die 12te Figur den Queerdurchschnitt eines Hafenhöftes, welches oberhalb deſswegen wenig Dossirung hat, damit die Schiffe nicht daran stoſsen, und auf diese Weise kann man dem Fuſs des Werkes

dennoch eine beträchtliche Abdachung, und dem ganzen also hinreichende Stärke geben.

An manchen Orten wäre es gar nicht kostbar, dergleichen Hafenwände aufzuführen: denn man dürfte nur den Ballast, den die Schiffe bringen, dazu anwenden, um mit ihm das Buschwerk zu bedecken; insbesondere wird diefs der Fall bey den Häfen an der Ostsee seyn, wohin die Schiffe eine Menge Ballast führen, wie diefs aus der interessanten Beschreibung des memelschen Hafens, von dem Geheimen Kriegsrath Lilienthal verfafst, zu ersehen ist (*). Wäre dieser Ballast jetzt nicht zu solchen Bauwerken tauglich, so könnte man vielleicht, für ein geringes Geld, die Schiffer dahin vermögen, brauchbare Steine oder Steinschutt zu laden, zumahl da ihnen selbst an einer guten Einfahrt und einem sichern Hafen gelegen ist; wohl verstanden, dafs ich hier nicht von diesem oder jenem Local spreche, sondern nur im Allgemeinen. Jedem Leser wird es nun klar seyn, wie man durchaus nicht im mindesten Schwierigkeiten finden kann, solche *Buschsteinwerke* in die Ostsee, wo keine Ebbe und Fluth ist, hinein, auf die nämliche Weise, wie man in den Flüssen die Faschinenwerke aufführt, zu bauen, nachdem man, sage ich, diese Werke in die Nordsee construirt hat; dafs man da der Sinkstücke und der Steinkisten ganz entbehren könne, versteht sich. Welche Bauart ist nun wohl einfacher, als diese erklärte; welche entspricht mehr allen hydrotechnischen und oeconomiscken Absichten? Kann man die Busch-Steinwerke nicht zu jeder Tiefe aufführen? Bilden sie nicht ein vollkommenes Ganze? Kann man ihnen nicht die vortheilhafteste Form geben? Zeigen es die in Holland liegenden nicht, dafs sie der schäumenden Woge, so des Fluthstromes Gewalt, wenn er vom Sturmwinde gegen sie getrieben wird, ohne die mindeste Beschädigung erlitten zu haben, widerstehen? Defswegen spricht bey allen holländischen Ingenieurs nur eine Stimme zu ihrem Lobe. Auch hat die Gesellschaft der Experimental-Philosophie zu Rotterdam dem Inspector Goudriaan eine goldene Medaille (wenn ich nicht irre) von 150 Ducaten) zuerkannt, weil er die Vorzüge dieser Bauart vor allen übrigen, in seiner Preisabhandlung, die im XI. Theil der Schriften dieser Gesellschaft abgedruckt ist, entwickelt hat.

§. 20. Alles, was ich bis jetzt über den Seeuferbau vorgetragen habe, wird dem Leser noch anschaulicher werden, wenn ich die wichtigsten Seeuferbauten in Europa beschreibe, und auf diese Weise die Wissenschaft des Wasserbaues mit den wichtigsten Erfahrungen bereichere. Die holländischen Seeuferbauten sind die merkwürdigsten der Welt; und da ich Gelegenheit gehabt habe, dieselben bey den von mir auf meine Kosten gemachten Reisen kennen zu lernen, so will ich sie auch in dieser Auflage beschrieben.

Sie beweisen, dafs die Wasserbaukunde zwar über das Meer gesiegt hat, dafs aber auch öfters dieses über sie triumphirte; ja! während das Meer sich einen klei-

(*) Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten die Baukunst betreffend, herausgegeben von mehreren Mitgliedern des Königl. Preufs. Ober-Bau-Departements I. B. S. 65.

nen Theil seines Gebietes rauben liefs, entschädigte es sich dagegen von Zeit zu Zeit durch Erweiterung in das feste Land, indem es die *Südersee*, den *Dollart* und den *Biesbosch* hervorbrachte. Kurz das Wasser, die Luft und das Feuer scheinen sich gegen die Erde verschworen zu haben, ihren Ruin zu bewirken. Aber glücklicher weise treffen die fürchterlichen Ereignisse, wovon die Aufwallungen jener Elemente die Ursache sind, blos einige Puncte unserer Erde, welche selbst nur einen Punct im Weltall bildet.

§. 21. Die Völker, welche ehemals *Nordholland* — dem Meer durch Bedeichungen abgewonnen — bewohnten, waren *Friesen*. Ihnen raubte das Meer alles Land, das die *Südersee* gegenwärtig einnimmt, welche beym *Mela* libr. 3. cap. 2. unter dem Namen Flevo-Lacus vorkömmt, und die nur mittelst zweyer Flüsse mit der Nordsee in Verbindung stand. Der eine Fluſs ergoſs sich in die *Nordsee* bey der Insel *Vlieland* (S. Plinius Hist. Nat. IV. 15.) und der noch jetzt der *Vliestrom* heiſst. Der andere Fluſs, unter dem Namen *Isla*, hatte seine Mündung zwischen der gleichfalls schon vorhandenen Insel *Texel* und *Vlieland*, wo jetzt das *Eierlands-Gat* ist. Westwärts dehnte sich dieser Flevo-Lacus schon ungefähr so weit aus als jetzt; nordwärts aber gieng er ungefähr bis zu Hoorn an der Nord-Holländischen, und etwas über Veenhuysen an der Friesländischen-Küste (T. 44.), so daſs Friesland mit Nord-Holland zusammen hieng, indem alles, was ausser dieser Linie, die man sich von *Hoorn* bis *Veenhuysen* gedenken kann, nordwärts bis nahe an den Inseln *Texel*, *Vlieland* und *Schelling* T. 45. lag, festes Land war. Auch diese Inseln hiengen noch durch flache Stellen und Watten mit dem festen Lande zusammen. Alles was *Vogel-sand*, *Robbe-sand*, *Breedesand*, *Laage-sand* u. s. w. heiſst, war also festes Land. Die Insel *Wieringen* war folglich auch festes Land, Wohl aber war eine beträchtliche Insel in dem Flevo Lacus, unter den Namen *Flevo insola*, wovon die jetzigen Inseln *Ens* und *Urk* noch Ueberreste sind (T. 44.) (Mela Libr. III. c. 2.) Nicht weit von dieser Insel sind die Ruinen von zweyen Dörfern in der See entdeckt worden, deren Mauern mit Seegras bewachsen sind. Im Jahre 1550 hat man im Norden des Texels Ueberbleibsel von einem Walde gesehen. Ja bey *Collants-ooy* kam 1704 bey niedrigem Wasser das Mauerwerk einer Kirche zum Vorschein (*). Zu welcher Zeit diese groſsen Veränderungen vorgegangen seyn mögen, wo die See einen so groſsen und schon cultivirten Theil Landes wieder verschlang, ist wohl nicht auszumachen. Einige Schriftsteller muthmassen, daſs dieses 1170 bey einer schweren Sturm- oder Seefluth geschah (**). Daſs damahls ein beträchtlicher Theil Landes verschlungen ward, kann vielleicht wahr seyn; indeſs ist es wohl gewiſs, daſs hierdurch nicht alles verloren gieng, und nicht schon damahls der jetzige Zustand der Süder-See erfolgte, da wohl vielmehr anzunehmen ist, daſs der ganze Verlust des Landes, wie wir ihn jetzt sehen, allmählig, oder we-

(*) Verhandeling door de Mattschappye der Wetenschappen te Haarlem. I. Deel. 1759. p. 90.

(**) Wagenaars vaderl. Hist. Boek VII. cap. 21.

nigstens doch zu mehreren Mahlen, und zu verschiedenen Perioden erfolgte. Ja des tobenden Meeres beständigen Arbeiten sprengen ihm nur dann plötzlich einen freyen Weg durch das Land, wenn es dasselbe im stillen aushöhlte. Dieser Meinung ist auch Alting: Germaniae infer. antiq. zugethan. Er stellt die zu verschiedenen Zeiten erfolgten Veränderungen in verschiedenen Karten dar, nach denen der *Flevo-Lacus* von Zeit zu Zeit nach der Nordsee sich vergröfsert hat; so wie der *Borneda-sinus*, ein Meerbusen nordwestlich von dem *Vlie-strome* (T. 45.), der Anfangs gar nicht da war, immer gröfser und gröfser ward. Ein anderer inländischer See, zwischen dem Borneda-Sinus und dem Flevo-Lacus, mit dem Nahmen *chimelo-Fara*; existirte gleichfalls nicht. Die gröfste Ueberschwemmung ist nach Alting bey hoher Sturmfluth in dem dreyzehnten Jahrhunderte vorgefallen. Wahrscheinlich wäre diefs alsdann in den hohen Seefluthen erfolgt, die den 17. Dez. 1286 und den 5. Jan. 1287 statt hatten. Bey ihnen gieng fast alles Land verloren, aufser dafs zwischen *Ost-Friesland* und *Nord-Holland* noch eine schmale Landenge blieb, wovon das *Dregterland* noch vorhanden ist. Es entstand diefsmahl also schon die Insel *Wieringen*. Der jetzt versunkene grofse Theil Landes kommt beym Alting unter dem Nahmen Heyden-Zee vor. Die Stadt Medenblick (T. 44.), die bald nach dieser Fluth vom Grafen Florenz V. erbauet wurde, um den Eingang ins Dregterland zu Wasser offen zu halten, lag damahls an den Heyden-See; so wie *Horn* (Horna), *schellinghout* (schellinchout, *Wydenes* (Widenisse), *Enkhuysen* (Enchusa) an der Süder-See, oder am Flevo-Lacus lagen. Die Insel in diesem See blieb noch ganz da. Wann aus dieser die beyden kleinern Inseln *Urk* und Ens oder *schockland* entstanden sind, und wann die Landenge, die die Süder- und die Heyden-See damahls noch schied, bis an das Dregterland vollends unter gegangen ist, darüber weifs man gar nichts, Wie die Süder-See jetzt ist, wird ihre Gröfse auf mehr als 325000 Morgen geschätzt (*).

§. 22. *West-Friesland* (T. 43. und 45.) ist derjenige Theil von *Nord-Holland*, der im Westen an das Kennemerland grenzt, und gegen Osten bis an die Süder-See geht, so dafs dasselbe im Norden zwischen der Zype und dem Wieringerwaard, und gegen Süden zwischen einem andern Theile des Kennemerlandes nebst Zeevank und Waterland begrenzt ist. Diese Landstrecke ist schon sehr frühe mit einem Deiche umgeben worden, wenigstens ist es aus einer Urkunde vom Jahre 1288 vom Grafen Floris ersichtlich, dafs sie um diese Zeit schon bedeicht war. Die Länge dieses Deiches ist 31500 Ruthen, und das dadurch bedeichte Land 47251 Morgen, 177 Ruthen grofs. Von der Wichtigkeit und Kostbarkeit des Holländischen Wasserbaues mag dieser West-Friesische Seeufer-Bau als ein Beyspiel zeugen. Die Kosten dieses Deiches haben in hundert Jahren, nämlich von 1650 bis inclusive 1740 betragen 15652200 fl. Wozu noch dasjenige kommt, was in den Jahren von 1732 bis 1742 zur Unterhaltung

(*) L'Epie oesteldheit, van Holland. III. Deel. II. Hoofdst. §. III. bl. 192.

der west-Friesischen Deiche auf Interessen aufgenommen worden ist, und welches beträgt 2304461 fl. So dafs die ganze summe 17,956,67, Gulden ausmacht.

Hierunter sind die unkosten der schöf-Mühlen, des seebaues bey Hondsboschen- und der Entwässerungs-Schleusen u. d. g. noch nicht mit begriffen. Die west-Friesische Deichsregierung ist in vier Theile, nämlich unter dem Dregterlande, den vier Noorder-Koogen, dem Geestmer Amte und den schager und Nieudorper-Koggen vertheilt.

Die Nordholländischen Dämme konnten ohne besondere verstärkungen dem Angriff der wellen nicht widerstehen, nachdem die seemündungen: das *Maarsdiep*, das *Heersdiep* und das *vlie* (T. 43, 44 und 45.) bis 1466 in wenig Jahren so erweitert waren, dafs die sturmfluthen gegen den alten Friesischen oder west-Friesischen Damm, damahls *seeburg* genannt (der von Grabbendamm bis colhorn noch jetzt: oude-westvriesche zeedyck heifst, anbrandeten, und täglich höher aufliefen (*), so dafs dieser sich in grofser Gefahr befand, von einem nordwestlichen sturme, insonderheit in einer strecke von ungefähr 1200 R. von *Medenblick* bis *Twismaarzyl* (bey Twisek, oben zwischen *Medenblick* und *Lambertschagen*), zerrissen zu werden. Im December 1464 war bey *wydenes* sogar ein grofser Deichbruch erfolgt, wovon das Land vielen schaden gelitten hatte; der Damm war damahls in einem so schlechten zustande, dafs er an verschiedenen stellen keine Ruthe mehr in der Breite hatte. Am Ende dieses Dammes westwärts lagen damahls *Dünen* von *Petten* bis *Kamp* (**), welches eine Länge von ungefähr 1300 Ruthen war. Dieser strich Dünen war von der see so weggespühlt, dafs er an vielen stellen kaum dreyfsig schritte breit war, und bey dem geringsten schweren sturme, zuweilen eine Ruthe, zuweilen mehr in der Länge verlor. Die Abnahme dieses strandes war bereits 1413 sehr stark (***). Jetzt ist dieser von Dünen entblöfste strand 1250 Ruthen lang. Man fand es daher sehr nöthig, diesen schutz vor der see in einen bessern stand zu setzen. Der Damm war vor Alters mit einem gewissen Meergrase, in Holland *wier* genannt, erhalten und befestigt worden. Dieses pflegte, nachdem es von den wilden vögeln aus dem Grunde der süder-see heraufgeholt war, um die Gegend der Insel wieringen in grofsem Ueberflusse gefischt zu werden; allein jetzt ward es dort nicht mehr so häufig, als vormahls gefunden. Man hatte daher schon vor etlichen Jahren angefangen, halb schilf und halb Meergras zu den Dämmen zu gebrauchen; sah aber nun auch, dafs dieser Damm auf diese weise nicht länger erhalten werden konnte. Daher ward, zu Folge der von dem Herzoge zu Brüssel dazu gegebenen Einwilligung, am 5. Jul. 1466 der schlufs gefafst, den Damm an den gefährlichen stellen mit Balken von 26 bis 32 schuh, und in gehöriger weite mit Queerbalken zu befestigen, welche mit eisernen schliefsnägeln versehen, und an eine

(*) Wagenaars vaderl. Hist. Deutsche Uebersetzung II. Th. 13. Buch.

(**) Kamper - Duin, in dessen Nähe die seeschlacht im oct. 1797 vorfiel, bey der sich die Holländer tapfer wehrten.

(***) De Staat der vereenigde Neederlanden 8te Deel, Bl. 369.

Einfassung mit Pfahlwerk geheftet werden sollten, um dazu zu dienen, die erste Kraft des Wassers zu brechen. Zwischen diesen Pfählen wurden grofse Ballastseine geworfen. Die Kosten dieses Werkes wurden auf 14800 Pfund von 24 Groschen, für jede Ruthe gerechnet. Zur Ausbesserung der Seewehre (zeewering) bey *Petten* ward für gut befunden, ein Stück Weges hinter den Dünen einen Damm von Lehm zu verfertigen, und das Land zwischen den Dünen und dem Damme, so wie auch den Damm selbst mit dem von der See herangetriebenen Sande bedecken zu lassen, und die damit bedeckten Oerter mit dem auf den Dünen wachsendem Rohre zu bepflanzen, damit man den Sand behalten, und mit der Zeit weiter Landwärts eine neue Düne oder einen neuen Sanddamm gewinnen möchte. Sowohl das eine als das andere ist hernach ins Werk gerichtet worden. Der nördliche Theil von Holland, nur Delfland und Schieland, welche damahls für sich selbst grofse Ausgaben hatten, ausgenommen, trug die Kosten dieser Ausbesserung der West-Friesischen Seewehren. Von einem jeden Morgen Landes ward dazu jährlich ein rheinischer Gulden, oder etwas mehr oder weniger, nach dem Werthe der Ländereyen, bezahlt. Einem solchen Deiche konnte man aber nicht grofse Haltbarkeit zutrauen, defswegen wurde 1526 Bedacht genommen, hinter demselben einen sogenannten Schlaperdyk der Nord-Holland für Ueberströmung schützen sollte, anzulegen T. 43. Der vordere Sanddeich mufste aber von Zeit zu Zeit der ungestümen See weichen und zurückgelegt werden. Ja! man rechnet in neuern Zeiten die jährliche Abnahme dieses Strandes auf 1¼ Rheinländische Ruthe. Das gröfste Uebel bey dem Zurücklegen dieses Deiches bestand nun darin, dafs er auf alte Deichpütten aufgekarret werden mufste, die dessen Sinken beförderten; doch davon bey der Analyse des Baues ein Mehreres.

West-Friesland, welches man 30000 Morgen Landes grofs rechnete, ward auf 40000 Morgen geschätzt, weil es den gröfsten Vortheil von dem Werke hatte. Das *Kennemerland* und was dazu gehört, rechnete sich nur 24000 Morgen grofs; es ward aber auf 38000 gesetzt. Das *Wasserland* und *Zeewang* auf 8000 Morgen. Rheinland bezahlte, nach Verhältnifs seiner Morgen Zahl, ungefähr für 52000. Das *Amstelland* mufste gleichfalls nach der Morgen Zahl seinen Beytrag thun. Als die Werke fertig waren, mufste West-Friesland, wie vor Alters, die Kosten der Unterhaltung tragen. Das gesammte Land ernannte sieben Männer, welche die Aufsicht über alles hatten, und der Herzog fügte noch den Statthalter und die Räthe von Holland dazu (*). Nachher hat man diese Bauart mit Holz, des Seewurmes wegen, verlassen, und mit Steinen zu bauen angefangen. Die Beschädigung des Pfahlwerkes durch Seewürmer entdeckte man zuerst im Herbst 1730 an dem *Westkappelschen* Deiche auf den Inseln *Walcheren* (T. 57.), und ein Jahr hernach wurde sie auch an dem *West-Friesischen* Damme bey Medenblick, an dem *Helder*, auf *Texel*, und längs der Küste von *Friesland* wahrgenommen. Eine grofse Anzahl auf dem Grunde abgebro-

(*) Wag. Hist. Handv. van Rynland bl. 92.

chener Pfähle, ward, als sie auf den Damm gezogen war, von einem weichen und schlammichten Wurme, ganz durchlöchert gefunden. Er hatte einen harten Muschelartigen Kopf, der aus zweyen, sägeförmig gebildeten Theilen bestand, deren er sich bediente, Tannen-, Fichten-, und sogar Eichen-Holz auszuhöhlen. Auf beyden Seiten des weichen Schwanzes hatte er auch zwey Muschelartige Scheeren, die oft aus dem Holze hervorstanden, und den Schwanz, durch welchen der Wurm athmete, beschützten. Einsichtsvolle Naturkundige waren der Meinung, dafs dieser Wurm aus Ost- oder West-Indien, oder noch näher aus der Nord-See in den Schiffen, worin man ihn schon längst entdeckt hatte, hergebracht worden war. Die Dünen auswärts mit einer schrägen Lage von Kiesel- und Feld-steinen zu versehen, wurde 1732 von zweyen Männern, Namens *Peter Straat* und *Peter van der Deure* angegeben.

§. 23. Aber nicht allein die holländischen Seedeiche mufsten mit Bauwerken beschützt werden, sondern auch die *Dünen* und der Strand; denn ihre Abnahme war seit zwey Jahrhunderten sehr bedeutend. Sie wird von dem West-, Nordwestwinde bewirkt. Sie betrug von dem *Hoek van Holland* (T. 40.), nördlich gerechnet, jährlich 12 Schuh. So waren die Dünen im 16ten Jahrhundert vor dem Dorfe s'Gravesande 816 Fufs breit, jetzt sieht man keine Spur davon, sondern es ist diese Stelle mit perpendiculären Höftern gedeckt worden.

§. 24. *Der Seeuferbau bey s'Gravesande — angelegt — zur Beschützung Delflands* (T. 32.) gehört zu den wichtigsten Seeuferbauten in Europa. Ja es ist gewifs nicht zu viel gesagt: dafs von der hydrotechnischen Vertheidigung des Strandes bey s'Gravesande die Existenz von *Delfland* gröfstentheils abhängt, insbesondere, wenn es erwogen wird, dafs sich die Sturmfluthen der Nordsee 12 bis 14 Fufs über *Delflands-Busenwasser* erheben, und die Abnahme des Strandes bedeutend ist. In dieser wichtigen Rücksicht mögen die Holländer auch wohl die vor dem Sanddeiche angelegten eilf Höfter *de Delflandschen-Hoofden* nennen. Tradition, Karten und Schriften zeugen von der Abnahme dieses Strandes und noch im Jahr 1712 befanden sich da; wo der Sanddeich liegt, hohe Dünen, wie es die grofse, aus 25 Blättern bestehende Cruquiussche Karte von Delfland beweifst. Das Seeufer ward damals von der, auf Tab. 32., angezeigten Linie begränzt. Diese Dünen waren aber schon 1732 nicht mehr, defswegen ward ein Sanddeich und drey hohe hölzerne Höfter (T. 32. bey 4, 5 und 6 punctirt) aufgeführt. Im Allgemeinen ist die Abnahme der *Dünen*, welche von dem West-, Nordwest- und von dem Nord-Winde bewirkt wird, seit zwey Jahrhunderten sehr beträchtlich gewesen. Ihre Breite beträgt von dem Hoeck van Holland, oder von der Maas-Mündung bis Haag (T. 40.) jährlich, wie gesagt, eine Ruthe. Vor dem Dorfe s'Gravesande auf der rechten Seite der Maas-Mündung waren die Dünen (1726) 68 Ruthen breit. Sie sind seitdem von der See verschlungen; und diese Stelle ist von Brunings mit eilf perpendiculären Höftern und mit einem Sanddeich gedeckt worden. Wie viel Land mag nun wohl die See längs dieser Küste in zehntausend Jahren weggerissen haben?

Doch dem sey wie ihm wolle. Die Abnahme des strandes ist für Holland sehr gefahrvoll. Beträgt sie alljährlich Eine Ruthe, so werden die Dünen von der Maasmündung an bis Haag in 300 Jahren, und von Haag bis Katwyck in 800 Jahren ein Raub des Meeres werden. Dann müfste man also längs der see kostbare Deiche statt der Dünen unterhalten. In diesem Betracht ist also das perpendiculäre Höfter-system, welches beym seebau so vortreffliche wirkung leistet, eine der wichtigsten Erfindungen für Holland.

Diese alten seeuferbauten vor s'Gravesande bestanden aus Fachwerk von Pfählen, das mit Ballaststeinen gefüllt war. Von einem Höft zum andern gieng ein ähnliches Parallelwerk, etwa bis gegen das jetzige werk No. 7. fortlaufend. Von allen diesen steilen Höftern ist die spur nicht mehr zu entdecken. Wie konnten auch solche hoch über die tägliche Fluth steil hervorragende werke, die so wenig solidität hatten, dem hochwoogenden Meere, das an ihm mit fürchterlicher Kraft anbrandete, widerstehen? konnten sie wohl die Erhöhung des strandes bewirken, da sie der fluthenden wooge ihre steilen wände darbothen, und so Brandungen, widerströme und die Abnahme des strandes erzeugten? Ja, der projectirte sanddeich A B C (T. 32.) würde unfehlbar eine Beute der see geworden seyn, defswegen wurde auch, nach einem andern vorschlage, ein sanddeich landwärts zurückgelegt. Indessen ist auch diese *Einlage* (ein zurückgelegter Deich) im Jahr 1762 von einer sturmfluth zerstört worden, und man sah sich sonach gezwungen, wieder einen neuen Einlagedeich aufzuführen, diesen auf eine precaire weise mit strohbestickungen und Helmpflanzungen zu erhalten. Auch die hölzernen Höfter — der see preis gegeben — wurden in kurzer zeit gänzlich zerstört. Ihre Ruinen bewirkten, bey den Hoogheemräthen von Delfland, den Entschlufs, gar keine Höfter mehr machen zu lassen. Von diesem standen sie aber klüglich ab, als die sturmfluth des Jahres 1791 die grofse Gefahr, der Delfland ausgesetzt war, gezeigt hatte. Es wurde also in diesem Jahre zu Gunsten einer zweckmäfsigen Baumethode entschieden, und die Anlage der *Delflandschen-Hoofden* beschlossen. Wie sollte man solche Bauwerke aber construiren? Etwa wie die schirmhöfter bey *Goederede?* oder wie die Höfter auf dem Eilande *Walchern* (T. 52.)? oder wie einige am *Nieuweudiep beym Helder* (T. 49)? Die letztere construction ward deswegen mit grofsem Recht den übrigen zwo vorgezogen, weil damit dem Bauwerk eine solche convexe oberfläche gegeben werden kann, die den wellen, so dem Ebbe- und Fluthstrom einen geringen widerstand darbiethet; weil sie ein vollkommenes solides Ganze gibt. Die Hoogheemräthe von Delfland hatten die Ingenieure, *den Berger* und *Dingemann*, um Rath gefragt, und diese schlugen anfänglich, drey Höfter 8. 9. 10. (T. 32.) in Nordosten, auf einen Abstand von 600′ vor. Der Generalinspector *Brunings* fügte aber noch fünfe hinzu und zwar Nro. 1. 2. 3. in westen auf den nämlichen Abstand; No. 5. und 6 aber von 2400′ Entfernung von 3. und 8.; nachher hatte Delfland noch drey Höfter, nämlich No. 4, 7. und 11. aufführen lassen. Alle Höfter liegen an der wurzel, die in

den Sanddeich hinein gezogen ist, fast 3 Fuſs über die ordinäre Fluth und an der Spitze etwa ½ Schuh höher, als die Ebbe. Anfänglich (1791) erhielten die ersten acht Höfter eine Länge von 408′ und eine Breite von 48 Fuſs; im folgenden Jahr wurden sie noch um 120 Schuh verlängert, und dieser Theil, an dessen Spitze die Tiefe bey der Ebbe 4 bis 6 Fuſs betrug, bekam die Breite von 60 Fuſs. Die letztern drey Werke als No. 4, 7 und 11 widerstehen dennoch dem Anfall der See, ob sie gleich nur eine Breite von 36′ haben, und überdem aus ihrer Krone viele Steine herausgeworfen sind, da die Pfähle hervorstehen. Des Sanddeiches äussere Dossirung verhält sich zur Höhe wie 11 : 1. Vor ihm und auf der Dossirung wird Stroh gestickt, Helm gepflanzt, und die Sand-Anstäubung ist so beträchtlich, daſs man bereits angefangen hat, mit dem angestäubten Sande den Deich zu verbreiten, vorzüglich zwischen den Höftern 6 und 8; gewiſs wird auch der Deich E F (mittelst den Anstäubungen) mit dem Sanddeiche in wenig Jahren eine Dünne formiren. Zur Sicherung des nordwestlichen Strandes und Ufers dürften noch zwey Höfter 12, 13, vor dem Dorfe Terheide, nöthig seyn, und wenn man aus der Erhöhung des Strandes, zwischen den vorhandenen Werken, auf die beste Entfernung schlieſsen muſs, so können sie auf 664′ Abstand gelegt werden. Diese Entfernung dürfte auch noch deſswegen groſs genug seyn, weil die Anstäubung vorzüglich von südwestlichen Winden bewirkt wird. Daher ist denn die Erhöhung des Strandes an der nordöstlichen Seite der Höfter gröſser, als an der südwestlichen; daher ist sie zwischen dem zehnten und eilften Höft zum stärksten.

§. 25. *Der Seeuferbau bey Petten oder die Seewehre Hondsboschen in Nordholland* (T. 43. und 52.) verdient unsere ganze Aufmerksamkeit. Ein Blick auf den angeführten Kupfertafeln wird die Leser von der Wichtigkeit dieser Seewehre überzeugen. Sobald hier eine Sturmfluth die Deiche zerreissen sollte, würde ein groſser Theil von Nordholland mit Seewasser bedeckt werden; in welchem Zustande müſsten dann die ausgetrockneten Meere (12 Schuh niedriger als die See liegend) gerathen? Ehemals war indessen diese Stelle nicht so hydrotechnisch wichtig wie jetzt; eines Theils wegen der geringen Cultur in Nordholland; andern Theils weil hier eine schutzgewährende Dünenkette lag, denn *Camperduin* reichte noch im J. 1730 bis zum *Dromerdeiche* D E (S. die Spruytenburgsche Karte van den Hondsboschen und die Karte von Johannes Douw). Diese Sand-Düne war 1670 fünfzig und 1730 nur noch 25 Ruthen breit; jetzt ist an ihrer Stelle ein künstlicher Sanddeich nothwendig geworden. Westwärts dem Dorfe *Petten* hatte man von H bis B in den frühesten Zeiten, eine aus drey Reihen Pfähle bestehende Seewehre angelegt, deren Zwischenräume waren mit schweren Steinen gefüllt; ein Werk, das schon i. J. 1413 bestand. Nachher wurden folgende Deiche gelegt: der Schorlsche Seedeich 1422, der Slaaperdeich 1526, der Hasedwarsdeich F. H. im Jahr 1588; der *Zypsche-Seedeich* F G E ist höchst wahrscheinlich 1599; der Dromerdeich E D aber i. J. 1614, endlich der Spreuwendeich 1671 gelegt worden.

Der in alten Zeiten angelegte Pfahl - und Steinbau, dessen wir eben erwähnten, und der von B nach H gieng, wie diefs die Beelsnydersche Karte zeigt, war aber bereits 1624 zerstört, und es wurde von C nach B, ein neuer Sanddeich, Wakkerdeich genannt, aufgeführt; zu Nordhollands Sicherheit wurde noch 74 Jahr nachher der Slaaperdeich um 6 Fufs erhöhet. Alle diese Vorkehrungen gewährten jedoch nur einen precairen Schutz gegen die Stürme aus Nordwesten, welche die Wellen senkrecht auf die Seewehre anbrandeten. Weder Pfahl - noch Steinbau konnten diesen widerstehen; durfte man also vom Sanddeiche eine Dauer erwarten? Ja, nachdem dieser weiter zurück gelegt wurde, kam er in die alten Deichgruben I K zu liegen, und widerstand also immer weniger dem Meere, dessen Beute selbst das Dorf Petten (es lag in der Gegend von H C) wurde, und so nahm denn der Strand immer stärker ab; von 1730 bis 1790 betrug dessen Abnahme nicht mehr als 120 Ruthen, ungeachtet man aufs sorgfältigste die Helmpflanzungen und Strohbetickungen betrieb. Unter diesen Umständen schienen bessere Sicherheitsanstalten, als die bisher angewandten, nöthig zu seyn; zu denen man sich aber nicht eher entschlofs, bis die hohen Sturmfluthen von 1791 und 1792 den Sanddeich fast zerstörten. Als ich am 18. Oct. 1795 dieses Local zum erstenmal sah, sagte mir der dortige Aufseher, dafs bey der Dezember Fluth von 1792 die hohen Barren über den Sanddeich gelaufen wären. Da die damalige Beschädigung dieses Sanddeiches, den man mit herabgelassenen Schuiten-Seegel, an deren Enden Gewichte befestigt wurden, zu erhalten suchte, merkwürdig ist, und die von dem geschickten Aufseher Herrn Jan Nierop, während der Sturmfluth, gezeichneten Profile genau sind: so wird es interessant seyn; den erfolgten Absturz des Deiches in der 52. Kupfertafel zu übersehen. Die Krone betrug an einigen Stellen nur noch wenig Schuhe; die Gefahr war aufs höchste gestiegen, als sich der Sturm legte.

Ich will jetzt diejenigen Mittel, welche seit 1793 zum Schutz dieser Seewehre bewerkstelligt sind, anführen. Wäre nun der Deich durchgebrochen, so stand das Mayfeld 16½ Fufs mit Seewasser bedeckt; kein Wunder also, *wenn man es sich endlich Ernst seyn liefs*, für die Zukunft die Gefahr abzuwenden, und da die Committirten Räthe vom *Norderquartier*, so wie die Hoogheemräthe von *Hondsboschen*, den günstigen Effect der Delflandschen Höfter erfahren hatten, hielten sie es für nöthig, den Inspector *den Berger* und den *Landmesser Sabrier*, dieser Seewehre wegen, um Rath zu fragen. Diese schlugen dann acht perpendiculäre Busch-Steinhöfter, wie zu s'Gravesande liegen, vor und zwar Nro. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. (T. 43.) So nöthig hier indessen zur Erhaltung dieses Strandes und des Sanddeiches auch Höfter sind, so konnten diese doch nicht allein eine vollkommene Sicherheit gewähren, da die alten Deichgruben (zwischen I K liegend bey jeder Sturmfluth aufborsten und der Deich auf diese Weise absackte. Diesem grofsen Uebel abzuhelfen, wurden erst Grundbohrungen angestellt, bey denen gefunden ward: oberhalb Sandgrund, dann blauer Klay, Modder und endlich auf 23 Fufs unter die ordinäre Fluth, fester Klay. Nachdem diese Untersuchun-

gen vollendet waren, schlug Brunings vor: — hinter dem sanddeiche eine Reisberme oder Buschbett I K in den Grund, 11 Fufs unter der ordinären Fluth anzufangen, auf diese Tiefe also das Terrain $5\frac{1}{2}$ Ruthen breit, 530 Ruthen lang, auszuheben und dann in den Raum eine fünf Fufs starke Reisberme — ein aus Faschinen, Wippen und Pfählen bestehendes Werk — nach Art des Faschinenbaues construirt, zu legen, diesen Faschinenbau mit Sand zu bedecken. Diefs Werk hat dem Deiche einen suffisanten Fufs gegeben, der also nicht mehr weicht; und gewifs kann eine solche Vorkehrung beym Deichbau, insbesondere in Moorgegenden, sehr nützlich seyn. Erfordern es die Localumstände, so ist die Reisberme auch unter den Deichkörper selbst zu legen. Ein anderes Local wird es vielleicht erheischen: den hinter den Deich liegenden Theil mit schweren Steinen, oder auch mit Sand (Sand ist ein vorzügliches Mittel der Morasterde Consistenz zu geben) dann mit Schlickerde; oder auch mit Ziegelgraus zu bedecken. Dieses Buschbett wurde 1793 angefangen und im Herbst 1794 vollendet. Wie hydrotechnisch vortheilhaft auch die Anlage der Strandhöfter ist, so traten doch viele Eigner in der *Zype*, dagegen auf. An ihrer Spitze stand ein gewisser Muntjewerff von Koedyk; ja, in einer Druckschrift (Tegenwoordige en voormalige staat van den Hondboschen), die nichts weniger, als eine geschichtliche Nachricht von dieser Seewehre ist, wollte er beweisen: dafs der Sanddeich hinlänglich widerstehen würde, wenn man ihm nur ein stärkeres Profil gäbe, und ihn gehörig mit Helm bepflanzte. So grundlos diese Vorstellung auch war, gewann sie doch einiges Terrain; ja die Provinzial-Verwaltung von Holland mufste im Jahr 1796 ins Mittel treten, und die Aufführung der Höfter, mit Aufopferung beträchtlicher Summen verordnen. Man gieng nun mit Eifer zu Werke; bereits im nämlichen Sommer wurden No. 1. 2. 3. und No. 6. 7. 8. auf 50, Nro. 4. und 5. aber auf 100 Ruthen Abstand gelegt und so ward dann mittelst diesen Werken eine Länge von 600 Ruthen gedeckt. Im Jahr 1798 sind noch fünf Höfter hinzugekommen, so dafs es in allem dreyzehn sind, die diesen Strand nicht nur erhalten, sondern auch erhöhen, und wenn ich nicht irre, sollen nach Südwesten unter Camp noch drey Höfter hinzugefügt werden; nöthig scheinen sie wenigstens zu seyn. Die Construction dieser Höfter ist dieselbe wie bey denen vor s'Gravesande; es sind nämlich Busch-Steinwerke. Jedes ist 44 Ruthen lang und 48 Fufs breit, am vordern Ende beträgt auf 10 Ruthen die Breite gar 62 Fufs. An der Wurzel liegen sie alle der Fluth, an dem Kopfe der Ebbe gleich; dieser ist zirkelrund mit $32\frac{1}{2}$ Fufs Halbmesser, und jene ist in den Sanddeich, der 16 Fufs über die ordinäre Fluth liegt, dessen Krone 6 bis 7 Ruthen beträgt, hineingezogen; No. 5. 6. 7. und 8. liegen sogar 9 Ruthen in den Sanddeich hinein, welcher zu dem Ende 5 Fufs tief unter der ordinären Fluth ausgegraben werden mufste und so tief liegen denn auch die Höfter in den Strand. Die Arbeiten werden aufs sorgfältigste unter der speciellen Aufsicht der Aufseher Nierop und Koelewyn gemacht; die grofsen Steine setzt man regelmäfsig auf, der Zwischenraum wird mit Ziegelgraus gefüllt; kurz, die muldenför-

mige oberfläche ist wie ein regelmäſsiges Gewölbe. Als ich diesen Bau (T. 43.) zuletzt am 30. July 1798, in Gesellschaft des Inspectors Peerebom, besah, wurde an No. 13., welches 65 Ruthen von No. 12. liegt, gearbeitet. No. 9. 10. 11. und 12 liegen auf 75 Ruthen Abstand. Im Durchschnitt kostet jedes Höft die summe von 26000 Gulden. Diese Höfter haben die Erhöhung des strandes dergestalt bewirkt, so daſs schon am 1. Juny 1797, also nicht einmal ein volles Jahr nach vollendung der erstern, die Deichgrafen und Hooghemräthe von der Hondsboscher - seewehre, in einem Bericht an die Provinzial - verwaltung von Holland, folgendes sagten. „Wir haben aus den angestellten Tiefenmessungen gefunden: daſs die Höfter den strand bereits anmerkenswerth erhöhet haben, daſs sie den sanddeich gegen den wüthenden Angriff der wellen schützen und da — wo der strand nicht von ihnen gedeckt ist, findet dessen sichtbare Abnahme statt; mit voller ueberzeugung sagen wir also: *die Hondsboscher seewehre kann ohne solche Höfter nicht bestehen!*" In der That schien es mir auch, als wenn hier die Erhöhung des strandes noch stärker, als bey s'Gravesande sey, und ich erkläre mir diese wirkung aus einer Anstäubung, von der Camperduin herkommend. Besonders groſs ist diejenige von dem werke No. 9. bewirkte, und zwar nach der nördlichen seite hin, wo sie bis auf 100 Ruthen weit, obgleich das werk No. 10. nicht aufgeführt war, gieng. Wie vollständig diese *Busch - steinwerke* der Brandung der see widerstehen, davon giebt die, im July 1796 erfolgte sturmfluth den besten Beweis; damals litten die ersten acht *unvollendeten* Höfter nicht die mindeste Beschädigung. Auch hat die sturmfluth vom 29. october 1796 denjenigen Theil des strandes, wo keine Höfter lagen, abgeflächt, den mit Höftern gedeckten, hatte sie aber erhöhet.

Die Anstäubung des sandes auf den sanddeich befördert man noch durch strohbestickungen und Helmpflanzen der Binnendossirung und der Krone. Die äussere Dossirung wird deswegen nicht bestickt, damit auf ihr keine sandhügelchen entstehen, die dem wellenschlag ein gröſseres Hinderniſs entgegen stellen; mithin dessen Gewalt vermehren. s. 386. Eine andere wichtige vorsicht, die zur Erhöhung des strandes angewendet wird, besteht darin, daſs man die auf ihm zu Tage liegende Klayerde oder den Dary fortschafft, weil sich damit der sand nicht verbindet, und der wind diese Erdarten immer wieder entblöſst. Sind solche Klayschichten sehr groſs, so kann man sie auch mit Busch belegen, und dasselbe darauf mit wippen und Pfählen befestigen, wo sich alsdann der sand in den Busch fest setzt. Besser ist es aber immer: diese homogenen schichten gänzlich abzustechen, welches dann hier mit dem besten Erfolge bewerkstelligt wird.

Nachdem ich jetzt noch anmerke, daſs das seewasser vermittelst einer bey D stehenden Pumpe und einer bleyernen Röhre über den strand und dem sanddeiche in Fahrzeugen geleitet wird, welche die, bey E liegende, Duikerschleuse passiren, um nach Alkmaar zu fahren, woselbst mit ihm die umsiedung des spanischen salzes geschieht; so will ich diese seewehre verlassen.

§. 26. *Der seeuferbau vor und längs dem Maarsdiep* (T. 45. und 47.) ist äusserst merkwürdig; denn unter allen seemündungen an der holländischen küste ist ohne widerspruch die mündung des *Maarsdieps* die wichtigste für Holland. Aus ihr laufen die schiffe, von *Amsterdam* kommend, um den *canal* (la Manche) zu passiren; und dann ist das Maarsdiep eine Rhede, wie es deren keine bessere an der Nordsee giebt; insbesondere aber ist es eine solche, seit der Anlage des seehafens Nieuwendiep geworden. Zwey Hauptfahrwasser lassen hier dem frohen schiffer, der nach einer langen seereise zurückkehrt in seine vaterländischen Gewässer und in den schoofs seiner harrenden Familie, einen sicheren Eingang finden. Es sind diese das *Nieuwe-spanjards*- oder *Nordergat* und das *Landsdiep* (diefs letztere theilt sich in zwey Arme, wovon der eine das *schulpengat* heifst); ein drittes Fahrwasser, nämlich C (T. 43.), dessen Nahme mir unbekannt ist, welches ich das *mittelgat* nennen will, ist nicht für grofse schiffe tief genug. Die verschiedenen Bänke, vor dieser seemündung liegend, als die *Horst*, der *Noorderhax* A und der *zuiderhax* D, der *Bollen* und die *Platte zwischen dem Landsdiep* und *schulpengat*, gewähren zwey wesentliche vortheile: 1) Verengen sie das Mündungsprofil. Sie setzen demnach der einströmenden Fluth, die beym ordinären stande 3 Fufs 9 zoll, bey vollmond aber wohl 7 Fufs steigt, Gränzen, und verhindern, dafs in der südersee keine zu grofse wassermasse einströmt. Man gedenke sich nur diese Platten fort, und augenblicklich wird man für die Existenz Hollands besorgt seyn müssen; denn wie grofs würde alsdann nicht der Fluthstrom, in das Maarsdiep einziehend, seyn müssen? 2) Brechen diese Platten die Gewalt des hochwoogenden Meeres, und gestatten also im Maarsdiep eine vortrefliche Rhede, die gegen südwesten von den künstlichen Dünen, gegen süden von der helderschen küste, und gegen Norden von der Insel Texel gedeckt ist. 3) Die verschiedenen Einfahrten, die wir vorher nahmhaft machten, erleichtern dem schiffer das Auslaufen gar sehr, da sie nach verschiedenen weltgegenden liegen. 4) Sind diese Bänke dem Einlaufen feindlicher Flotten sehr gefährlich, indem das Fahrwasser so nahe am helderschen waal (ufer) läuft. 5) Können die holländischen schiffe selbst dann auslaufen, wenn die Mündung von einer feinlichen Flotte blockirt ist, und zwar durch das schulpengat, welches so nahe am Gestade fortläuft. 6) Erhalten diese Platten die Fahrwasser tief, und indem sie äusserst merkwürdige Bewegungen des Ebbe- und Fluthstromes, von denen wir bald mehr sagen werden, hervorbringen, schwächen sie auch die Geschwindigkeit dieser ströme. Wenn wir die von diesen Platten bewirkte Retardation der Fluth und Ebbe erklären wollen, so sind wir genöthigt, den Richtungen dieser ströme selbst nachzuspühren, und da ist es denn gewifs, dafs die Nachebben defswegen noch $1\frac{1}{2}$ stunde durch das Nieuwegat abziehen, wenn die vorfluth noch in das Landsdiep und schulpengat einströmt, weil diese die Fluth, von südwesten kommend, einschlürfen; durch jenes aber das wasser mit dem zuge der

Fluth ausfliefst (*). Das Schulpengat und Landsdiep möchte ich also die Fluth-stromrinnen und das Nieuwengat die Ebbe-stromrinne nennen. Diese verschiedenen stromrichtungen müssen sonach eine Retardation im *Maarsdiep* — vorzüglich da, wo der *Noorder*- und *süderhax* liegen — hervorbringen. Defswegen ist auch eher deren Zu- als Abnahme zu erwarten. Für die südwestliche Küste des Eilandes Texel ist diese zwiefache strömung auch vortheilhaft, da die Nachebben der Mündung des Maarsdiep, die durch das Nieuwegat abfliefsen, den Anfall der durch das Landsdiep einziehenden Fluth auf diese Insel schwächen; daher ist denn diese circulation der ströme auch selbst füs die heldersche Küste vortheilhaft. Und noch vortheilhafter würde sie dafür seyn, wenn sie nicht zugleich einen widerstrom längs derselben hervorbrächte, den ich selbst wahrgenommen habe. Eben so retardiren auch die verschiedenen Platten den vollen Fluthstrom, indem sie dessen volumen schwächen. Sie selbst zeugen aber auch von einem schwachen Fluthstrome. Beginnt nun die Ebbe aus dem Maarsdiep hinaus zu strömen, so schlürft doch das *Nordergat* den Ebbestrom der Nordsee ein, und so laufen dann in dieser stromrinne die wassermassen gegen einander. Da nun das Meer stärker auf dieses *Gat* wirkt als die Masse des ebbenden *Maarsdiep*: so läuft das wasser aus der see dadurch hinein, wenn es aus dem Schulpengat und Landsdiep bereits 1½ stunde ausgelaufen ist; daher ist denn die vorebbe vorzüglich der westlichen, und die volle Fluth der nördlichen seite von der helderschen Küste gefährlich. Der Angriff auf ihr wird noch gar sehr von der Platte E (T. 45.), genannt de Laan, und von der Horsplatte verstärkt, indem sie die Tiefen vor dem Helder vergröfsern; ja, diese Tiefe ist auf eine sehr beunruhigende weise dem Ufer immer näher gekommen. Erwägt man nun die Abnahme dieses Ufers und die grofse Tiefe längs demselben, die bey 100 Fufs beträgt; beachtet man ferner die Ufer in Rücksicht der Rhede und der Einfahrten, und überdem noch, dafs man die Mündung nicht gröfser werden lassen darf, damit die Südersee bey sturmwinden nicht zu einer für die Deiche nachtheiligen wasserhöhe emporsteige: so ist es nicht mehr räthselhaft, wefswegen die Holländer an dieses Ufer mit so vieler sorgfalt Bauwerke aufführen.

Diese seeuferbauwerke bestehen (T. 47.) 1) in dem *zuyderhoofd*, das mit einem Holzbau anfängt, und dann einen Busch-steinbau bildet. Dieser letztere ist 1774 angelegt; vielleicht ist es hier der erste Bau nach dieser Methode! 2) Auf die nämliche weise ist auch das *middelhoofd* construirt. 3) Das *Kyckduynhoofd* ist von der wurzel ab ein Busch-steinwerk; der vordere Theil, dessen Länge etwa 50 Ruthen beträgt (nach 1774 gemacht) besteht aus einem Kistwerk, worin grofse steine gelegt sind, das aber bey heftigen seestürmen öfters leidet. Bey der Fluth verursacht diefs Höft zwischen A und C einen den kleinen Höftern IV und V sehr nachtheiligen widerstrom, der von einem werke in B zerstört werden könnte. Dieses Project-Höft B würde nicht nur den widerstrom aufheben, sondern auch, gemeinschaftlich mit dem

(*) Verhandelingen door de Holl. M. der W. XXIII. D. p. 13.

Noorderhoofd, des Fluthstromes Angriff schwächen. Zu demselben könnten die steine von den kleinen werken IV und V genommen werden, weil diese entbehrlich gemacht würden. Fügte man alsdann noch an die nördliche seite des Höftes VII einen Flügel, dessen Richtung auf die spitze des Kaaphoofds gienge, der etwa 25 Ruthen lang wäre; so würde selbst das Kaaphoofd von dem Fluthstrom bey weitem nicht mehr so viel als jetzt zu leiden haben. Gewifs würde auf diese weise der Strand sehr verbessert werden, zumahl da schon zu dessen Erhöhung und Erweiterung die bestehenden werke so viel beygetragen haben.

Solche glückliche wirkung darf man sich aber vor dem Ufer längs dem *Helder* nicht versprechen, denn da liegt der strom und die Tiefe; daher denn auch die versinkungen bey D, F und M, im Jahr 71 und 74 erfolgt, wo der Deichflufs in die Tiefe hinab rutschte; daher die Annäherung des stromes, den die Linien G M und H L zeigen; daher die grofse zunahme der Tiefe, die am Helderhoofd von 1774 bis 1798, zwanzig Fufs beträgt. Erinnert sich nun der Leser an die wichtigkeit dieses Ufers die wir vorne aufgestellt haben: so wird er gewifs vermuthen, dafs man diesen Bau geschickten Männern anvertraut haben werde, und in dieser vermuthung hat er sich denn auch nicht betrogen. Der Inspector Berger, ein geschickter Praktiker, hat mehrere verbesserungen eingeführt; ihm ist wieder ein geschickter Nachfolger in dem Inspector Peereboom gegeben worden. Jener sah zu seiner zeit den Ruin von den alten Pfahlwerken (ein solches lag auch bey H I K) (*), und von den Höftern, die in der Mitte eine Pfahlwand hatten; er verliefs also diese Bauart gänzlich, baute mit sinkstücken und Busch-steinwerken, liefs die Pfahlwand in den werken I. II. III. IV. V. L. etwas abnehmen, und deckte die seiten mit Buschwerke, mit ziegelgraus und grofsen steinen. Der steindossirung längs dem seedeiche wurde eine Abdachung wie 1:8 gegeben. Auf den Faschinenlagern ist eine zwey schuh dicke Lage ziegelgraus und auf dieser sind grofse Norweger steine, von denen die Last (3600 ℔) 14 fl. kostet, gekommen. Die Hafenwand (*wierhoofd* genannt) hat gleichfalls seewärts einen Fufs von einer steindossirung; ihr oberer Theil ist aber von wier (Meergras) 16 Fufs hoch über die ordinäre Fluth aufgesetzt, und ihre innere seite besteht, wegen dem Anlegen der schiffe, aus einer Pfahlwand. Wie vortheilhaft flache Dossirungen und wie nachtheilig steile und hervorstehende Uferecken sind, hat die Erfahrung auch hier bewiesen; denn nachdem jene construirt waren, und dem Ufer eine regelmäfsige Lage gegeben war, verminderten sich auch die widerströme. Man sehe den Bericht des Inspectors Doeveren vom 30. August 1774. Ja, die vortrefflichkeit der sinkstücke und des Busch-steinbaues ist hier recht bestätigt worden, und der Bau mit einem steinwurf hat zugleich, bey diesem Local, allen credit in Holland verloren, denn der Grund lief unter ihm fort, und so stürzte der obere Theil nach.

(*) Da wo auf T. 47. beym Eingange des Hafens Nieupendiep *Verdronken Hoofd* steht, hat auch ein Pfahlhöft gelegen, und es ist sehr wahrscheinlich, dafs bis zu diesem das Ufer reichte.

Die wichtigkeit dieses ufers veranlaſste auch eine preisfrage von der haarlemer academie, die vom architecten husly beantwortet wurde. (S. die verhandeligen 23. d.) Der verfasser schlug unter andern vor: das kaaphoofd, das *helder*- und *mokkerhoofd* zu verlängern; zwischen dem *prickhuys*- und dem *kaaphoofd*, so wie zwischen dem erstern und dem helderhoofd neue höfter anzulegen, und das letztere höft noch zu verlängern. Die hervorstehenden werke würden sie nicht noch mehrere widerströme erzeugen? Was aber noch mehr ist, er wollte sogar das kaaphoofd mit der sandplatte x y mittelst eines werkes verbinden, also das bey kriegszeiten für die schifffahrt so wichtige schulpengat; ganz zuschlieſsen. Alles was wir gegen diese projecte anführen könnten, liegt schon in dem, was über dieses local gesagt worden ist; wir glauben also nur noch hinzufügen zu müssen, daſs die methode, wie er die alten schiffe zur gründung der bauwerke versenken will, sehr sinnreich sey. Uebrigens wird man in einem solchen breiten strom nie dahin bringen können, die so weit entfernt liegenden platten, mittelst bauwerke, fortzujagen! In dieser hinsicht hat man denn auch die wenig bedeutenden werke am *hornchen* (an der Insel texel t. 45.) abandonnirt und es ist zu wünschen, daſs auch die ecke bis zur linie a b abgestochen werde, um wo möglich eine abflächung der sandbank b oder der platte (die *horst* genannt) zu bewirken, damit auf diese weise dem strome nach dieser seite ein weg geöffnet würde, der ihn von der heldernschen küste in etwas abzuziehen sucht.

§. 27. Die *Insel wieringen* (tab. 43. und 45.) *und ihr seeuferbau* ist für holland deſswegen wichtig. 1) Daſs sie die einströmung einer zu groſsen fluthmasse in das *maars - diep* verhindert, weil sie des fluthstromes freye ausdehnung in die südersee hemmt. Je beträchtlicher aber die wassermasse ist, welche in das mars - diep eindringt, desto nachtheiliger muſs nicht nur die stationirung der schiffe auf dieser rhede seyn, sondern desto höher müssen auch die fluthen an den friesischen und nordholländischen seedeichen steigen, desto länger muſs hier die fluthperiode dauern, und desto beschwerlicher muſs die auswässerung von *friesland* und *nordholland* seyn. Jede vergröſserung des fluthstromes im mars - diep ist auch sehr bedenklich; weil sie die vor dieser seemündung (t. 45.) liegenden sandplatten abflächen könnte; demnach nicht nur die rhede im *texel*, welche von diesen platten schutz gegen die *grundwogen* (*) genieſst, unsicherer machen, sondern auch, wie gesagt, für den wasserstaat von holland, die nachtheiligsten folgen hervorbringen würde. 2) Gewährt das eyland wieringen (t. 56.) den westfriesischen oder nordholländischen seedeichen, zwischen dem wieringerwaard und medenblick (t. 43.), einen anmerkungswerthen schutz gegen die stürme aus norden, nordwest und westen, indem es die wogen mäſsigt. 3) Bildet es auf seiner westlichen und östlichen seite eine gute rhede für kleine seeschiffe bey starken stürmen. 4) Ist es den schiffern ein wegweiser,

(*) Das sind die wellen, welche bey seestürmen entstehen, die etwa 20 bis 25 fuſs sich erheben, und zu dieser tiefe ihre wirkungen hervorbringen.

vorzüglich bey trüber und nebelichter Witterung. Hieraus geht nun hervor, daſs die Erhaltung der Insel *Wieringen* ein wichtiger Gegenstand für die holländischen Ingenieurs sey. Für die Wasserbaukunst liefert diese Insel aber einen lehrreichen Beytrag in ihrem Seeuferbau, und ich will also denselben geschichtlich und raisonnirend mittheilen. In dieser Hinsicht ist auf der 56sten Kupfertafel die neueste von dem Inspector Peereboom verfertigte Aufnahme gezeichnet, die ich an Ort und Stelle im Jahr 1798 gebrauchte.

Die Insel Wieringen mit Nordholland zu verbinden ist ein älteres Project, dessen wir erwähnen müssen, weil es zu manchen Bemerkungen Veranlassungen giebt. Man schlug nämlich in der Mitte dieses Jahrhunderts vor, sie mit dem festen Lande (T. 43.) vermittelst eines Dammes, welcher von dem Wieringer-Waard abgehen, das Wieringer Diep zuschlieſsen, und sich bey Westerend an die Insel enden sollte, zu verbinden (*). Der Kostenanschlag belief sich auf 399721 Gulden. Da dem weichen Boden keine hinreichende Festigkeit zugetrauet werden durfte, um darauf einen Deich anzulegen, und mit Recht dafür gehalten wurde, daſs ein nur von Schlick aufgeführter Deich den Brandungen der Wellen nicht widerstehen könne, so glaubte der Projectgeber, er müsse den Damm mit Busch- und Schlicklagen abwechselnd aufführen. Daſs damahls der Bau mit Sinkstücke noch nicht in Holland bekannt war, dieſs beweist auch dieses Project. Die erste Lage dieses Dammes sollte aus einem Rostwerk AGHB von Holz bestehen (T. 56. F. 18.) die Rampfähle B, mit ihren Köpfen 5 bis 6 Fuſs über die tägliche Fluth reichend, sollten dazu dienen, um das Rostwerk und die darauf zu packenden Buschlagen vertical auf des Meeres Bett hinabzulassen. Sobald die Schwellen k k auf die Oberfläche des Wassers gelegt worden wären, wollte man kleine Sparrhölzer s s schräge auf dieselben nageln, und über diese hin losen Busch R 2, R 3 legen. Auf diese Buschlage sollte eine Lage Schlick- oder Wiersoden t 2, t 3 kommen. Auf diese dann eine Lage Busch r 2, r 3, und darauf wieder Wier- oder Schlicksoden T 1, T 2, T 3. Wenn sich jetzt der Ingenieur dieser Bauart, die sehr kostbar ist, und welcher die gehörige Festigkeit fehlt, weil die Buschlagen nicht mit Wippen und Pfähle angeheftet sind, nicht bedienen dürfte, so ist doch der Vorschlag — wie gesagt — eines Theils ein Beweis, daſs damahls die Faschinen-Sinkstücke noch wenig in Holland bekannt waren, wenn man sie gleich bereits bey *Terschelling* angewendet hatte, denn sonst hätte man gewiſs vorgeschlagen, sich ihrer zu diesen Damm zu bedienen. Andern Theils erzeugt derselbe den Gedanken, daſs man in einem etwas lebhaften Strom, worin noch Pfähle eingerammt werden können, die Fachinen-Sinstücke längs eingerammten Pfähle, auf den bestimmten Platz, wird einsenken können. Mittelst eines solchen Dammes glaubte man, zwischen Medenblick, dem Wieringer-Waard und der Insel Wieringen, eine Versandung in der Südersee

(*) Beschrhving van het oude batavische zeestrand p. 197.

hervorzubringen; auf diese Weise also von dem nordholländischen Seedeiche alle Gefahr abzuwenden.

So gewiſs es auch ist: daſs der Zuschluſs des *Wieringer-Dieps* und solche Durchdammung eine Erhöhung des Bettes in diesem Theil der Südersee bewirken und den Seedeichen Vorland verschaffen würde; so treten doch jetzt andere Rücksichten ein, welche dieses Project verwerfen. Der Seehafen *Nieuwe-Diep* (T. 47.), so wie das Fahrwasser nach Medenblick, und die Häfen dieser Stadt, sind zu wichtige Gegenstände, als daſs etwas angelegt werden dürfte, welches zu ihrem Nachtheil beytragen könnte. Das Nieuwe-Diep hat nämlich von dem aus der Südersee kommenden Ebbestrom seine jetzige Tiefe erhalten. Ein Theil des, nach diesem Hafen ziehenden Ebbestromes kömmt aber durch das Wieringer-Diep und fällt dann nach derjenigen Rinne, welche in den Zandgronden (T. 45.) liegt. Wäre demnach das Wieringer-Diep zugeschlossen, so würde die Masse des in das Nieuwediep einflieſsenden Ebbestromes verringert werden, und es müſste dieser Hafen an Seichtigkeit zunehmen. Ferner würden sich alsdann auch die Zandgronden erhöhen, weil der Fluthstrom nach dem Wieringer-Diep hin, nicht mehr wirksam wäre. In dem Verhältniſs aber solche emporsteigen, müſste auch die Masse des durch das Nieuwediep flieſsenden Ebbestromes abnehmen. Es ist ferner einleuchtend: daſs, nachdem das Wieringer-Diep zugedammt wäre, auch des Fluthstromes Gewalt auf den Boden der See, südlich Wieringen, geschwächt und das Fahrwasser nach Medenblick an Tiefe verlieren dürfte.

Der gegenwärtige gute Zustand des Seeuferbaues auf der Insel Wieringen ist eine Folge der Direction des Inspectors Peereboom, dessen Güte ich einige Aufschlüsse darüber zu verdanken habe. (T. 56.) An dem nördlichen Ufer ist die Insel mit Erddeichen, mit und ohne Pfahlwerk (*), versehen, jedoch nicht längs dem ganzen Ufer, weil dasselbe hie und da schon hoch genug ist. Vor dem Dorfe *den Oever* liegt aber auch eine, aus groſsen Steinen bestehende Deichs-Böschung. An der Südwest-, Süd- und Ostseite liegt ein sogenannter Wierdeich (S. Profil Tab. 56). Der Westerlandsche Deich ist aber auf eine kurze Strecke mit einer Steindossirung, aus Ziegelgraus und groſsen Steinen bestehend, verstärkt worden (Profil 6.) Doch! wir wollen dieſs jetzt näher erörtern. Das Profil (T. 56.) zeigt den 12 Fuſs über die tägliche und fünf Fuſs über die höchste Sturmfluth (a) liegenden Erddeich, genannt Maarske-Dyk. Am westlichen Ende besteht er, auf seine Länge von 290 Ruthen, ohne Pfahlwerk, dessen er der hohen vorliegenden Gorsen wegen nicht benöthigt ist. Die Deicherde — aus Lehm, Sand, mehr aber noch aus Klay bestehend, ist aus dem Vorlande genommen. Ueberall ist der Deich mit 4 bis 5 Zoll starken Grassoden gedeckt. Derjenige Theil dieses Deiches Nro. 2., welcher mit einer Pfahlreihe a b c gegen die Brandung der Wellen ver-

(*) Tab. 55. vor dem Renkewael und Maarskedyk steht z. B. ein Pfahlwerk, auch vor dem Bierdyk und Molgerdyck, wie es auf der Karte angegeben ist. Auf derselben sind die Erddeiche (No. 1. 2.) mit doppelten Linien und die Wierdeiche No. 5. und 6. mit kleinen Queerstrichen angedeutet.

sehen ist, wird noch auf eine Länge von 160 Ruthen mit einer Holzschuhung verwahrt. Die Pfahlwand o n p q besteht aus 18 Fufs langen tannenen Pfählen *b* Nro. 2. jeder Pfahl mit 1¼ Zoll auf jeden Fufs Höhe eingerammt, deren 12 bis 13 auf die Längenruthe, auf 1½ Zoll Abstand, stehen. Alle 12′ steht ein 20′ langer schräg - Schorpfahl a c, mit dem Horizont unter einem Winkel von 45 Grad, der mittelst eines eisernen Spitzbolzens an dem Hauptpfahl *b* befestigt ist. Diesen schrägen Pfählen noch nicht hinreichende Festhaltung der Pfahlreihe zutrauend, wurden drey horizontale Planken n o und p q, an der innern Seite derselben, an jeglichen Pfahl, angenagelt. Die zwo untersten sind zum Theil in den Boden hineingelegt, um dem Ausspühlen des Grundes zu begegnen. Solche Planken sind aber kostsplitternd, weil die eisernen Spickers, mit denen sie auf die Pfähle a b oder n p befestigt sind, vom Seewasser rosten, und die auch bey Sturmfluthen ausgeworfen werden. In dieser Hinsicht ist neuerlich der Boden an dem innern Theile der Pfahlwand mit Ziegelgraus beschüttet, welches gute Dienste leistet. Die Beschuhung (Profil 2.), deren wir oben erwähnten, besteht aus 3 bis 4 Planken, die horizontal auf die hohe Kante aufeinander gelegt sind und 1½ Fufs über die tägliche Fluth (die Horizontallinie a deutet die Höhe der Sturmfluthen vom Jahr 1775 an) gehen. An denjenigen Stellen, wo der Grund vor der Pfahlwand ausgelaufen ist, sind vor einigen Jahren Pfahlhöfter, die wir auf der Karte sehen, rechtwinkelig auf den Deich, von 15 bis 20 Ruthen lang, angelegt worden, welche das Vorland erhöhet haben. Hätte man diese nicht angelegt, so würde die Pfahlwand entblöfst und vom Seewurm angegriffen worden seyn. In eben dieser Rücksicht ist der Overdyk an einem Theile mit einer Steindossirung, seit 1797, versehen worden. Das Profil 3. (darin geht bis b die tägliche Fluth, bis a stieg die Sturmfluth von 1775 und bis c fallen die tägliche Ebben) zeigt den Erddeich, 8 Fufs über die ordinäre Fluth liegend — welcher mit der Holzschuhung x y versehen; dessen äussere Dossirung mit Bricksteinen (Ziegelgraus) und grofsen Felssteinen bedeckt ist. Diese gehen bis aufs Bett der Südersee, jene bis zur Ebbe herab. Das Profil 4. ist von dem vorigen darin unterschieden: dafs eine Reihe Pfähle a bis auf 7 Fufs über die tägliche Fluth in den Deich eingerammt ist; an deren innern und äufsern Seite bey a und b Gurthölzer, mittelst eisernen Spitzbolzen, befestigt sind. Von dieser Pfahlreihe bis zur Planken - Schuhung x y ist eine Steindossirung angelegt. Diese, so wie die vorlezte Construction findet man an dem nördöstlichen Deich, genannt Oeverdyk, bey dem Dorfe Oever Dieser Seedeich ist mit einer nachahmungswürdigen Böschung gemacht. Die Plankenwand a würde ich noch herauslassen, weil sie kurze Brandungen verursacht. Die Seewehre (der Seedeich) an der nördlichen Seite der Insel war (1775) eben so, wie die an der südlichen Seite, gemacht (Profil 5). Als aber der Wierdeich 1776 von den Baaren gröfstentheils weggeschlagen war, hat man sie nach dem Profil 4. aufgeführt. An der südlichen Seite, welche von der Insel selbst gegen die hochwogende See gedeckt ist, besteht diese Seewehre aber noch aus einem Wierdeiche.

Profil 5. Der wierriemen a ist 8 Fuſs dick und hat 1¼ zoll schräge auf jeden Fuſs Höhe.

Vor westerland, wo der Ebbe - und Fluthstrom wirksam ist, hat man, wie gesagt, vor kurzem den wierdeich a (Profil 6.) mit einer steinschüttung b, aus ziegelgraus und groſsen steinen bestehend, verstärkt, welches eine, bey wierdeichen, sehr anzurathende construction ist.

§. 28. Die Insel *marken* und ihr seeuferbau ist in hydrotechnischer und nautischer Hinsicht gleich wichtig. 1) Sie trägt nämlich zum schutz des nordholländischen Gestades, vor Monnickendam (T. 42.), bey. 2) Liegt auf ihr, an der westlichen spitze ein Leuchtthurm. 3) Gewährt sie eine Rhede für die kleinen schiffe.

In der Mitte des vorigen Jahrhunderts ist, eben wie mit der Insel wieringen, der vorschlag gemacht worden, sie mittelst eines Dammes, über die südliche Mündung der Goutzee (T. 42.) hin, mit dem festen Lande zu verbinden (*). Man glaubte dann dem Ebbestrom, welcher durch die Goutzee fällt und längs dem Deiche zwischen Edam und Hoorn läuft, von dem Hoornschen Deiche abzuleiten. Ein anderer vortheil, den diese zudammung bewirken sollte, war die vertiefung des Pampus. Dieser Idee kann ich nicht allen Beyfall versagen: denn der Ebbestrom im Pampus muſs durch dessen Ausbreitung in die Goutzee an Geschwindigkeit verlieren; und der Fluthstrom, durch diesen seearm kommend, führt von dem schlick, welcher sich darin lagert, viel fort. Mir scheint daher dieses Project wohl eine nähere hydrometrische untersuchung zu verdienen, zumal da die sturmfluthen längs der Küste von Nordholland bey Monnikendam höher, als an dieses Eyland steigen.

Der gegenwärtige seeuferbau auf der Insel Marken (Tab. 56.), wo die tägliche Fluth nur 12 zoll steigt, besteht, nach der, von dem Inspector Peereboom mir mitgetheilten Nachricht, aus einer sommerkade (niedriger Deich). Sie umschlieſst in einer Länge von 2408 Ruthen die ganze Insel. Wie dieser niedrige 5½ Fuſs unter der hohen sturmfluth von 1775 liegende Deich an der nördlichen seite der Insel nach der zuletzt angewandten Methode den besten Erfolg leistend, mit einer steindossirung (**) und Planken - Beschuhung x y versehen, und wie sein Besteck beschaffen ist, dieſs zeigt das Profil 4. T. 56. Dieser Deich besteht aus ziemlich guter, aus dem Binnenlande genommener Deicherde. Dessen Krone und innere Böschung ist mit Grassoden von einem Quadratschuh oberfläche und 4 zoll dick, gedeckt. Die äuſsere Böschung ist oben 3″ und unten 9″ mit Bricksteinen, bis zur Ebbe hinab, beschüttet. Auf diesen kleinen steinen liegen die groſsen steine, oben 6 und unten 12 zoll hoch. Vor dem Deichfuſs liegen aber bloſs groſse steine. Die Krone hat noch einzelne Planken, hinter welcher alle 4 bis 5′ 3 bis 4 Fuſs lange Pfähle x y stehen. Da die innere Böschung auf jeden

(*) Beschryving van het oude batavische Zeestrant. p. 232.

(**) Die Deichstellen, welche eine Steindossirung vor sich haben, sind mit dreyfachen Linien auf der Karte T. 56. gezeichnet; der bloſse Erddeich nur mit zwey Linien.

Schuh Höhe 5 Fuſs Ausladung hat, so verursacht das Ueberlaufen des Seewassers, welches alljährlich 4 bis 5mal statt findet, keinen merklichen Nachtheil an dem Deich, ungeachtet die Krone nur 3 bis 6 Fuſs breit ist, und dieſs ist eine, beym Deichbau sehr wichtige Erfahrung. Auch beym Seeuferbau ist sie es; denn sie gibt einen Beweis von der Haltbarkeit groſser Böschungen. In der That wird es dem Leser sonderbar vorkommen: daſs dieser Deich so niedrig liegt, und keine stärkere Böschung hat! aber seine Bedenklichkeit wird aufhören, wenn er es weiſs: daſs die Ueberströmungen für die Fruchtbarkeit des Eilandes sehr nützlich sind; daſs die Gebäude alle auf aufgeworfenen Anhöhen liegen, und daſs die Kosten der Erhöhung dieses Deiches sehr beträchtlich seyn würden. Auch läſst sich die Dossirung des Deiches ohne groſse Kosten nicht verstärken, weil das Terrain an vielen Stellen los und morastig ist.

Die Fruchtbarkeit, welche das über den Deich gestürzte Wasser dem Eilande bringt, besteht auch in einer Art Schlick, und woher anders kann der gröſste Theil desselben entstehen, als aus der Mischung des Seewassers mit dem süssen Wasser der Flüsse und Canäle, welche in die Südersee auswässern?

§. 29. *Der Seeuferbau auf der Insel Vlie — mittelst Strohbestickung und Helmpflanzung (Tab. 45.)* — ist für den holländischen Wasserstaat wichtig, da die Seemündungen, welche die Nordsee mit der Südersee verbinden, weder erweitert, vertieft, noch vervielfacht werden dürfen. Man hatte also schon längst die Zuschlieſsung des *Eyerlands-Gats*, zwischen *Eyerland* und der Insel *Vlie*, mittelst eines Deiches g h i, zu bewirken, Bedacht genommen. Aber kaum waren, nach dessen Vollendung, fünf Jahre verflossen, als er im J. 1727 von einer hohen Sturmfluth zerrissen wurde. Er ward wieder hergestellt, aber auch wieder bey h (1756) durchbrochen. Die Fluth war dieſsmal mit einem Orcan gepaart, welcher durch die Deichöffnung einen groſsen Ostindienfahrer trieb, der in der Rinne östlich h strandete. Diese Oeffnung betrug damals 100 Ruthen. Jetzt ist fast nichts mehr von dem Deiche übrig geblieben. Das Project, welches der Verfasser einer Karte dieser Insel, Namens *Harge* entworfen hat; um einen neuen Deich von k nach h und i anzulegen, ist nicht ausgeführt worden.

Das Eierlandsgat, diese After-Seemündung erfordert gewiſs die Aufmerksamkeit der holländischen Ingenieurs; denn sie wird sich erweitern und vertiefsn, weil die Sturmfluthen aus Norden und Nordwesten auf sie gerichtet sind. Auch ist sie der Schifffahrt auf der Nordsee gefährlich, denn die Schiffe stranden bey solchen Stürmen in oder vor ihr; weil die Sturmfluthen einen Zug in sie hinein haben. So fand ich daselbst am 3. August 1798 die Reste eines groſsen americanischen Schiffes, welches ehemals dem Meere geboth, auf dem Strande liegend. Sollte diese Oeffnung weiter und tiefer werden, so dürfte es nöthig seyn, einen Buch-stein-Damm vom Eyerland bis zum westlichen Ende der Insel Vlie und einige perpendiculäre Busch-steinhöfter davor aufzuführen. Dieses Werkes Länge würde etwa 1100 Ruthen betragen. Ein Sand-

deich wird hier wohl nicht dem Zwecke entsprechen, weil er dem hochwogenden Meere zu sehr ausgesetzt ist, und die Erfahrung auch schon dagegen entschieden hat.

§. 30. Fast jegliches Local biethet dem Menschen wieder Mittel dar, mit denen er sich gegen die Angriffe der Natur vertheidigen kann, wenn er nur die rechten anwendet. Die schnellen Flüsse führen Kiesel, an ihren Ufern und auf ihren Inseln wächst Buschholz und mit diesem Material kann man ihnen, vermittelst des Faschinenbaues, einen bestimmten Lauf anweisen. Der Strand, von dem Seewinde aufgewehet, läſst sich mittelst Strohbestickungen und Helmpflanzungen in Dünen (Sandhügel) verwandeln!

Da die Insel Vlieland (T. 45.), in Rücksicht der Fahrbarkeit des Vliestromes und der Seezeichen, welche auf ihr stehen, wichtig ist, und auch eine Scheidewand zwischen der Nordsee und der Südersee abgiebt: so hat das holländische Gouvernement ihre Vergröſserung und Erhaltung, auf Kosten des Staats, mit Sorgfalt bewerkstelligen lassen. Man rechnet die Summe, welche auf die Erhaltung und Erhöhung der Dünen verwendet werden, jährlich auf 3000 Gulden. Diese Arbeiten standen 1798 unter der Inspection des Herrn Peereboom und Aufseher war Herr Bruyn zu Vlieland.

Der Strand längs der Nordsee besteht aus sehr feinem Sande, der wie ein Schneegestöber vom Südwest und Nordwinde aufgewehet wird, und daher sind die Dünen auf der östlichen Seite der Insel Vlieland zum höchsten. Er wird bis auf zwey Fuſs über die ordinäre Fluth mit Stroh bestickt und mit Helm (arundo arenario) folgendergestalt im Herbst bepflanzt. Jeder Büschel Stroh und Helm ist so stark, daſs man ihn in die Hand fassen kann. Ein Mann öffnet im Sande das Loch 6 bis 8 Zoll tief, und ein Kind setzt den Büschel darin. An diesem Büschel wird sodann der Sand fest angetreten. Ein Büschel steht etwa 1½ Fuſs hoch aus dem Sande hervor, und ist auf 12 bis 14 Zoll Entfernung vom nächsten gesetzt. Das Weizenstroh zieht man, der Steifigkeit wegen, dem Roggenstroh vor. Man bedient sich auch des Gerstenstrohes, ja auch in mehreren See-Gegenden, des feinen Rohrs und des Rapp-Saamen-Strohes. Die jungen Helmbüschel (*) sind besser, als die alten Wurzel-Helme, und der runde blättrigte Helm, ist besser, als der breite, eines Theils: weil er besser wächst und andern Theils bietet er dem Winde keine solche Fläche, also nicht soviel Widerstand dar, als der runde. Man findet deſswegen um einen Helmbüschel aus rundem Helm nicht solche Vertiefungen im Sande, als um einen, welcher aus breitem Helm besteht. Die Stroh-Büschel werden ordentlich in triangelförmigen Vorsprüngen auf dem Strande gesetzt, und da der Sand von Südwesten und Nordosten aufgewehet wird, so legt sich zwischen zwey solchen Vorsprüngen der Sand in einem Jahr ein paar Schuh hoch an. Man könnte auch die Vorsprünge perpendiculär auf den Strand besticken, und die Anstäubung würde nicht weniger erwünscht seyn. Zwischen jedem Strohwisch

(*) Helm ist das Sandrohr, oder besser *Sandschilf*, dessen Wurzeln sich weit verbreiten, und den Sand befestigen.

kömmt ein Büschel Helmpflanzen, jedoch nur an denen Stellen, welche nicht von der täglichen Fluth bespühlt werden. In den niedrigen Stellen, zwischen hohen Dünen liegend, wodurch die hohen Sturmfluthen eindringen, werden ordentliche Sanddeiche vermittelst solchen Strohbesticknngen zum Anwehen gebracht. Es wird z. B. nach der dem Local angemessenen Richtung a b, c d, e f u. s. w., T. 45, bey Dorp auf die vorbeschriebene Weise Stroh gestickt, und zwar auf eine Breite von 5 bis 10 Ruthen. Eine solche Strohbestickung heifst eine *Inlage*. So ist z. B. auf der Insel Vlieland die *Inlage von Malsum* i von der *Mewe-Duyn* u. s. w. Sobald solche künstliche Sandschellen durch jährlich wiederholtes Strohbesticken diejenige Höhe erreicht haben, womit sie sechs und mehrere Schuhe über die höchsten Sturmfluthen hervorragen, so werden sie im Herbst mit Helm bepflanzt, und zwar auf einen Schuh Entfernung die Büschel. Auf dem brennenden Sande der hohen Dünen kann hier der Helm, nach wiederholten Versuchen, nicht aus dem Samen gezogen werden, wohl aber ganz in der Nähe der Helmbüschel, unter ihrem Schutze. Die niedrigen Dünen, in welchen sich Feuchtigkeit hält, werden aber mit Helmsamen besät, welcher mit Buschlagen bedeckt wird, damit die Sonnenstrahlen das Aufkeimen nicht verhindern. In dem feinem Sande schlägt der gepflanzte Helm öfters erst zwey Jahre nachher, wenn er gepflanzt wurde, aus; ja alsdann noch, wenn dessen Spitzen fast mit Sande bedeckt sind. Sandgewächse, welche steife Blätter und Stauden haben, als die Sanddornstaude (hippophäe rhamnoides. S. Burgdorfs Forsthandbuch S. 114) sind auf dieser Insel, des heftigen Windes wegen, nicht zur Beförderung des Ansandens geschickt. Der Wind zerknickt sie leicht, und indem sie ihm Widerstand entgegen setzen, so bleibt der Sand um sie herum nicht liegen. Ihre Wurzeln werden auch entblöfst. Da, wo der Wind nicht so heftig weht, sind sie aber immer brauchbar. Ich mufs nun noch bemerken, dafs die höchsten Dünen nicht mit Helm bepflanzt, sondern der Natur überlassen werden. Sie erheben ihr weisses Haupt empor, gleich wie die mit Schnee bedeckten Berge, und dienen dann auch dem Seefahrer zu Kennzeichen, wenn er eine richtig gezeichnete Ansicht der Küsten und Dünen hat; ferner, dafs in allen diesen Dünen weder Bauland noch Holzgewächs ist. Dieses kann des strengen Seewindes wegen gar nicht aufkommen, und zu Vlieland, ob es gleich von den Dünen gegen die Nordwestwinde geschützt ist, werden nur Spalierbäume gezogen. Es ist also hier mit Holzanlagen, um die Dünen zu befestigen, nichts auszurichten. Diese Erfahrung mag demnach derjenige wohl beherzigen, welcher es sich einfallen läfst, auf ein ähnliches Local, das eben so stark dem Seewinde blofsgestellt ist, mit grofsen Kosten Holzanlagen machen zu wollen.

Auf die vorbeschriebene Methode werden hier Dünen angesandet, und so wird der hochwogenden See mit geringfügig scheinenden Mitteln, den besten Erfolg leistend, entgegen gearbeitet. Indessen würden die Helmanpflanzungen noch schneller gedeihen, und dem Zwecke besser entsprechen, wenn sich auf der Insel nicht ein

zahlreiches volk caninchen aufhielte, welches dem Helm die spitzen abfrifst. Fast in allen Dünen findet man Caninchen in Menge. Zum schlufs verweise ich in Hinsicht der Bepflanznng der Dünen auf eine Abhandlung im XIX. Theil der verhandelingen door de hollandsche Matchappye, welche sich jedoch nur auf den südholländischen seestrand bezieht, und bemerke, dafs man den seesand auch durch Anbringung von weidenzäunen zum stehen zu bringen sucht. Dieser §. enthält daher eine Anleitung zur Erhaltung und Erhöhung der Dünen.

§. 31. *Der sceuferbau auf dem Eilande Texel* (T. 45. und 56.) welcher seit 1629 mit dem Eilande (Eyerland) mittelst eines sanddeiches verbunden ist, längs dessen Gestade durch Helmpflanzungen und strohbestickungen Dünen angesandet sind, ist die gröfste und bekannteste unter den Inseln, welche die Nordsee von der südersee trennen. Wie gern erinnern sich nicht an ihr die wohlschmecker, des Texelkäses wegen! Ueber 20000 schafe weiden auf ihren mit Erdwällen umgebenen Kämpen. Ihre westliche seite ist vollkommen von angesandeten Dünen geschützt; ihre östliche aber von Deichen. Ehemahls lag auch zwischen dem *Fort* und dem *Hornchen* (T. 45.), von g nach f, ein Erddeich. Er ist aber zerrissen, und dürfte wohl nicht wieder hergestellt werden, weil der Polder zu wenig Ertrag giebt.

Der vor dem *schild* am *Texelstrom* liegende Deich, hat einen *wierriemen* f e g h (T. 56.) vor sich. Er wurde aber öfters stark beschädigt, und erforderte grofse Reparaturen. Diefs ist der Fall mit allen wierdeichen, wenn der wierriemen oder das wierstück bis auf den Boden der see hinabgeht. Eine ganz andere sache ist es aber, wenn oben auf den Erddeich noch eine wierdecke aufgepackt wird, welche die hohen Brandungen abhält. Indessen ist der gemeine Holländer doch sehr für den wierriemen eingenommen, wahrscheinlich defswegen, weil die Fischer den wier oder das Meergras, welches auch an der östlichen Küste der Insel treibt, auffischen und dabey einen hohen Lohn verdienen (*).

Zu den wierriemen hält man den längsten wier für den befsten. Je tiefer er ins wasser zu liegen kömmt, desto früher und stärker wird er erhärtet. Ich habe mich hiervon selbst überzeugt, und ein stück aus dem alten Texel-Deiche, während der Ebbe, abgestochen und mitgenommen, welches ziemlich hart und compact ist. Dieser umstand macht es auch erklärbar, wie die wierriemen den seebrandungen viele Jahre widerstehen können. Doch es ist für einen wasserbaumeister nicht genugthuend, werke aufzuführen, von denen er keine hinreichende und stäte sicherheit erwarten kann. In diesem Betracht ist bey dem Dorfe Schild (T. 45.) der Anfang gemacht worden, den wierriemen f e g h (s. seedeich auf der Insel Texel T. 56.) abzunehmen. Der Erddeich, welcher vorher an das wierstück anschlofs, ist in g g i ver-

(*) Ein starker ostwind bringt auch an dieser Küste und nördlich der Insel wieringen, auf den flachen Sandplatten den sogenannten *Sinkelwier*, der schwerer als der übrige wier ist, welcher aber zum Deichbau nicht taugt. Da wo er treibt, scheint das wasser der Südersee eine schwarze Farbe zu haben.

stärkt worden. Die Böschung dieses Deiches ist von i bis zu Springfluthshöhe b mit Ziegelgraus und dann mit großen Steinen belegt. Diese Steindecke endet mit der Holzschuhung b, um die Verbindung der Oberfläche besser und dauerhafter zu machen. Die Erfahrung hat bey diesem kleinen so verbesserten Deichstück bewiesen, daſs diese Construction zweckmäſsig ist, und es ist zu wünschen, daſs auf eine gleiche Art der übrige Deich verbessert werden möge.

Ehe ich dieses Local verlasse, muſs ich noch bemerken, daſs beym Dorfe Schild, ein Hafen für kleine Fahrzeuge (T. 45.) liegt, welcher von zwey Höftern, die aus Wier und Holzbau bestehen, gebildet ist.

§. 32. Auf der Insel Texel finden wir nun noch eine Seewehre, und zwar am Maarsdiep (T. 45.) zwischen c d. Sie heiſst, *de zeewering an het strand von den Polder het Nieuweland op Texel.* Der Sanddeich (S. oben T. 56.), woraus sie gegenwärtig besteht, war den 28. Dec. 1795 von einer Sturmfluth sehr beschädigt worden und bis zur punctirten Linie f e weggeschwemmt. Zu dessen Sicherung hatte Herr Peereboom folgendes vorgeschlagen: erstlich vor dem Fuſs zwey Busch-Steinhöfter in 1 und 2 (T. 45.), auf vierzig Ruthen Abstand, perpendiculair auf die Richtung des Seeufers zu legen; zweytens zwischen beyden Höftern, von der Wurzel des einen bis zur Wurzel des andern, ein zwey Ruthen breites Buschbett zu machen, und solches mit Ziegelgraus zu belegen. Jedes Höft sollte zwölf Fuſs Krone erhalten, welches auch mir eine hinlängliche Stärke zu seyn scheint, denn der Strand läuft hier sehr flach ab, und der Strom hat keine Gewalt. Den Sanddeich selbst habe ich im August 1798 sehr sorgfältig mit Stroh und Helm bestickt gefunden. Er wird übrigens von der ausgedehnten Sandbank, de Horst genannt, gegen das Aufrollen der Wellen gedeckt.

§. 33. Der Seeuferbau auf der *Insel Terschelling* (T. 45. 55. 56.) (*) ist wichtig, weil diese Insel die Nordsee vom friesländischen Ufer entfernt; sonach zur Sicherheit der friesländischen Seedeiche sehr wesentlich beyträgt. Ja, wenn sie nicht existirte, so würde die Südersee einen so gewaltigen Fluthstrom erhalten, vermöge welchem in ihr das Intervall der Fluth und Ebbe, höchst wahrsheinlich, eben so beträchtlich als vor Terschelling, d. i. 5 Fuſs, seyn würde: denn die Südersee liegt nach ihrer Länge in der Richtung der nördlichen Mündung von der Nordsee s. S. 109. Und gesetzt, die tägliche Fluth stiege bey Amsterdam nur einen Schuh höher als jetzt, so erlitte die Auswässerung von Holland eine totale nachtheilige Veränderung. 2) Ist die Insel Terschelling in Rücksicht der Schifffahrt sehr wichtig, vorzüglich das westliche Ende derselben. Darauf stehen mehrere Seezeichen, nach welchen der dem *Vlies-strome* sich nähernde Seemann richtet. Sie

(*) Von der Insel Terschelling hat bis jetzt das Publikum keine genaue Karte gehabt. Da ich nun die neueste Aufnahme besitze, so habe ich auch den auf der 45. Kupfertafel befindlichen westlichen Theil, nochmahls auf T. 56. stechen lassen, um dem Leser eine deutliche Anschauung des Locals zu verschaffen. Die angegebenen Tiefen sind auf das ordinäre niedrige Wasser, das ist auf den Stand der täglichen Ebbe reducirt.

stehen in Verbindung mit den Seezeichen auf der Insel Vlieland. Ich will also diese sowohl als jene hier nahmhaft machen, weil sie die Wichtigkeit beyder Inseln, in nautischer Hinsicht beweisen. Auf der Insel Vlieland giebt es fünf Seezeichen, nämlich drey sogenannte Kaaps, welche aus Queersparren, zwischen jeder einen Zwischenraum statt findend, die auf Ständer genagelt sind, bestehen (*). Sie mögen etwa 30 Schuh hoch seyn. Auf der 45sten Kupfertafel ist ihre Form gezeichnet. Sie stehen auf denen 100 bis 150 Fuſs über die Meeresfläche sich erhebenden Sanddünen, und heiſsen: 1) Het Kapge van Stortemelk. 2) Het Strandkaap. 3) Het Dorpkaap. 4) Die Vlieländer Windmühle ist gleichfalls ein gutes Seezeichen; und endlich 5) das bey dem Dorfe Vlieland brennende Kohlen-Leuchtfeuer, welches etwa 150 Fuſs über die Meeresfläche stehen mag, und das, gleich wie die holländischen Leuchtfeuer, vom ersten August bis zum letzten April zur Nachtzeit brennt. Auf dem westlichen Ende der Insel Terschelling (T. 55. und 56. No. 1.) waren ehemahls nur zwey Seezeichen: das eine der 218 Fuſs hohe viereckige aus Ziegelsteinen gemauerte Thurm, *Brandaris* genannt. Er ist 1594 erbaut. Vor Zeiten brannte auf ihm ein Steinkohlenfeuer, jetzt dient er nur zum Tag-Seezeichen; das zweyte war die Kornmühle. Das äusserst gefährliche Fahrwasser im Vlies-Strom, welches nur mit wenig Windstrichen befahren werden kann, erheischte indessen auf der Insel Terschelling zwey Leuchtfeuer, um die Richtung, in der sich die Schiffe befanden, genau zu erkennen. Sie wurden also auf den Dünen errichtet; das *südliche* und das *nördliche* Leuchtfeuer. Jenes ist höher als dieses, damit die Shiffe in der See sie deutlich unterscheiden, und sich nach ihnen alligniren können. Ferner stehen hier noch zwey Kaaps, das südliche und nördliche, und dann die Kornmühle. Der Schiffer, welcher also die Mündung des Vliestromes passirt, oder ihr vorübersegelt, hat drey nächtliche Seezeichen als Leitsterne: eines auf der Insel Vlieland, und zwey auf Terschelling. Bey Tage hat er deren eilfe: auf Vlieland fünfe, und auf Terschelling sechse.

Die westliche Spitze von Terschelling, worauf das Dorf gleiches Nahmens liegt, ist also für die Schifffahrt und die Auswässerung von Holland äusserst wichtig, und ich bemerke daher noch die mit ihr vorgefallenen Veränderungen. Ehemahls lag, nordwärts dem Dorfe Terschelling eine vortreffliche Rhede: genannt *Maklyk-oud* (T. 56.), welche eine groſse Kauffardeyflotte aufnahm, und die von der Robbe-Plate, und den punctirten Platten I. und II., dergestalt gedeckt war, so daſs die Schiffe auf ihr eben so sicher wie vor Amsterdem lagen (**). Die Stürme aus Norden und Nordwesten flächten aber diese Robbe-Platte dergestalt ab, so daſs sie der Rhede nicht mehr Schutz gewähren konnte. Ja die Rhede selbst war versandet, und der Strand läuft jetzt bis zur Linie II. III. Man war demnach genöthigt, vor dem Dorf Terschel-

(*) Sie sind schwarz getheert, welches nicht so gut ist, als wenn sie roth, weiſs und schwarz angestrichen wären. Die bey Liverpool stehenden Kaps (Landmarks) sind mit diesen Farben angestrichen, und sehr weit sichtbar.

(**) Tegenwoordige Staat van Holland p. 609.

schelling eine Rhede für kleine Fahrzeuge zu etabliren, insbesondere da die Fischer von Enkhuysen des Nachts einen Bergeplatz haben mufsten. Der Ebbestrom hatte sich, südlich dem Dorfe Terschelling, ein tiefes Bett von A nach D ausgehöhlt, und alle die Bauwerke, welche zwischen e und b aufgeführt waren, hatte er gröfstentheils zerstört. Es stand also zu befürchten, dafs das Dorf Terschelling von der See — bey hohen Sturmfluthen — umringt und fortgespühlt werden würde. Doch wir wollen die genommenen Maafsregeln jetzt näher darlegen.

Die auf Terschelling angelegten neuesten Bauwerke sind gewifs wenigen Ingenieurs bekannt, und doch sind sie äufserst bedeutend, wie wir gleich sehen werden. Sie haben über viermal hundert tausend Gulden gekostet. Ehe ich zu ihrer Beschreibung komme, will ich Folgendes anmerken: Der Zustand des Vliestromes, in der Nähe von Terschelling, ist in einer Karte von Mouzest Aartz, vom Jahr 1749 dargestellt; und ich habe daraus die alten Bauwerke eingetragen. Diese wollen wir hier kennen lernen: von e bis f (T. 56.) lief ein mit einer Pfahlwand versehener Erddeich, der bereits 1749 weggespült war. Ein anderer a b war im Jahr 1739 aufgeführt worden. Bey i lag noch 1749 ein verfallenes Pfahlhöft. Desgleichen bey k ein zweytes; bey l ein drittes; und bey m befand sich ein Faschinenhöft. Die letzten drey Werke bildeten nur ein einziges Ganze. Alle sollten den Ebbestrom von dem concaven Ufer A D ableiten, sie haben aber demselben nicht Widerstand geleistet, sondern sind zerstört worden, so dafs keine Spur mehr von ihnen gefunden wird. Man erachtete es defswegen im Jahr 1749 für nöthig: zwischen t und p (an der östlichen Seite des Dorfes Terschelling) ein 58 Ruthen langes Ufer-Bauwerk hinzulegen. Dasselbe bestand aus Faschinen-Sinkstücken, und höchst wahrscheinlich sind diefs die ersten Sinkstücke, deren man sich beym Wasserbau in Holland bediente. Gegen die Fluth hatte man das Dorf Terschelling — dessen Strafsen immerwährend hoch mit Sand bedeckt sind, worin man, bey etwas Wind, die Augen nicht aufschlagen darf, von Fischern, Lootzen und Seefahrern bewohnt — in dem Anfange dieses Jahrhunderts mit den Faschinenwerken o w und r zu beschützen gesucht. Diese Kunstmittel wurden jedoch nicht für hinreichend erachtet, um das Dorf gegen den Andrang des Ebbe- und Fluthstromes zu decken, überdem mufste, wie gesagt, ein Bergeplatz für Schiffe etablirt werden; man legte also — anfänglich — den grofsen Buschstein-Damm von b nach c an, und verband denselben, vermittelst einer Pfahlwand, und einem Faschinenwerk davor, in der Nähe von b mit dem Deiche a b. Wenn ich nicht irre, so ist er in den 1750ger Jahren angefangen worden.

Die Pfahlwand hatte eine Länge von 37 Ruthen; der Busch-Steindamm ist von b nach c 256 Ruthen lang. Dieser Damm besteht aus einem Faschinenwerk, welches nach der See zu, mit grofsen Dornicker-Steinen, und nach der Insel zu mit Bricksteinen, dergestalt tonnenrund gedeckt ist, so dafs er bey der Ebbe, eine Kronenbreite von 48 Fufs hat. Bey diesem Werke hat man auch alte Schiffe versenkt, und

fast möchte ich vermuthen, dafs es nicht weit von dessen Spitze geschehen ist, weil daselbst, wie man mir gesagt hat, eine Tiefe von 40 F. statt fand (*). Er liegt einige Fufs über die ordinäre Fluth. Von c bis d ist dieser Meerdamm noch 302 Ruthen verlängert worden, so dafs dessen gesammte Länge 538 Ruthen beträgt. Die Verlängerung besteht aus einem Faschinenwerk, dessen 30 Fufs breite Oberfläche mit Verzäunungen versehen ist, zwischen denen Bricksteine, bis zur Ebbe herab, geschüttet sind. Da die Dossirung nicht hinreichend beschwert ist, und die Brandungen — durch östliche und südliche Sturmwinde bewirkt — heftig daranschlagen; der Ebbe - und Fluthstrom vorzüglich aber die Nachfluth, welche sich nach dem Amelander - Gat wendet, längs demselben auch hinzieht, so ist es erklärbar, wie im Jahr 1792 der Durchbruch h, und im Jahr 1793 der Durchbruch g, erfolgen konnte. Jetzt läfst der Inspector Peereboom die Hälfte der Krone, und einen Theil der Böschung mit Ballaststeinen belegen, welches äufserst zweckmäfsig ist, und die zwo Durchbrüche h g werden ohne Zweifel vermittelst Faschinen Sinkstücke zugemacht werden. Da die Steine, welche aus Friesland geholt werden, nicht theuer sind; da der östliche Theil c b des grofsen Busch - Steindammes jetzt nicht mehr von dem Ebbestrom angegriffen wird, weil er vor sich die Waard - Gronden hat, welche mit der Ebbe trocken laufen: so könnten davon wohl die Ballaststeine ab, und zu der Verlängerung c d verwendet werden, nur müfste man jenen Theil wieder, mit Bricksteinen decken: denn der Busch kann nicht bestehen, wo er täglich trocken und nafs wird, und wo er der Luft ausgesetzt ist. Dafs auf dem Werke c b die Ziegelsteine zwischen den Verzäunungen liegen bleiben werden, beweifst die Erfahrung an der Verlängerung *c d*, welche gleichwohl dem Ebbestrom und den Seewogen weit mehr blofs gestellt ist, und worauf der Ziegelgraus zwischen den Verzäunungen, die der Länge nach auf der Krone verfertigt sind, liegt. Denn der Theil c x ist von dem Flügel c s gedeckt; auch laufen die Barren gegen diesen Theil nicht mit solcher Gewalt an, als auf den übrigen x d, weil davor sich ein Sandgrund befindet. Der Flügel oder perpendiculäre Buschsteindamm c f, dessen Länge 72 Ruthen beträgt, besteht gleichfalls aus einem Faschinenbau, auf die obere Hälfte mit Dornicker - Steinen und auf die untere mit Bricksteinen gedeckt. Weswegen dessen Oberfläche, so gedeckt ist, bleibt unerklärbar, weil gerade die grofsen Steine auf den untern Theil liegen sollten. Vielleicht hat man, am Ende der Arbeit, Kosten sparen wollen! Das Werk c s sollte dazu dienen, damit der Ebbestrom die Verlängerung c d nicht so heftig angriffe. Hätte man statt demselben die äufsere Dossirung des Werkes c d mit grofsen Steinen beschüttet, und die Oberfläche damit gedeckt, so würde es gewifs allen Wogen und dem Fluth -, so dem Ebbestrom widerstanden haben, und der Flügel hätte füglich wegbleiben können.

§. 34. *Der Hafen von Terschelling* (T. 56.), welcher mit dem Seeuferbau in genauer Beziehung steht, ward auch gegen die eindringende Fluth vermittelst des aus einem Buschstein - Höft bestehenden Werkes o w gedeckt. Die Einfahrt sollte demnach zwi-

(*) Verhand. door de Hol. Maatschappye te Harlem XXIII. D. p. 69.

schen w d statt finden. Die vor dieser Einfahrt liegende Platte II ist aber vom Fluthstrom nicht abgeflächt worden, sondern das groote Schuitegat w d ist nach Errichtung aller der beschriebenen Bauwerke enger geworden, so dafs die Einfahrt zwischen d und y, bey nördlichem winde, sehr beschwert ist.

Die grofse sandplatte r, welche gröfstentheils entstand, seitdem das werk b d aufgeführt ist, (welches die Karte des Landmessers Aartz beweifst) zeigt offenbar, dafs von dem Fluthstrom, aus dem Borregat kommend, in die oeffnung w d nur wenig strom einfliefst. Ueberhaupt scheint es durchaus nothwendig zu seyn, dafs in dem Hafen, wenigstens während den springfluthen, ein strom hervorgebracht werden müsse, um ihn tief zu erhalten. Da die oeffnung d w zwischen den Bauwerken 75 Ruthen beträgt, so wird dieser zweck erreicht werden, wenn an dem grofsen Buschstein-Damm von 2 bis 3 eine Länge von 75 Ruthen, bis zur ordinären Fluth, abgeflächt wird, damit die springfluthen in den Hafen wirksam seyn können. Näher nach b darf die senkung 2. 3. sich nicht erstrecken, weil der senkrechte ueberfall sonst das vorland — zwischen D u. b — angreiffen wird. Sollte das wasser, welches über den gesenkten Theil 2. 3. fallen wird, auch eine Abschälung bey D verursachen, so ist solche leicht zu decken. In diesem gesenkten Theile müfste freylich die oberfläche und Dossirung mit steingraus, und einer Ballaststeindecke darauf, versehen seyn. Und sollte je dieser vorschlag ausgeführt werden, so müfste auch der übrige Theil des grofsen Busch-steindammes mit Ballaststeinen bedeckt bleiben, weil die Geschwindigkeit des stromes vermehrt werden würde. Die Masse des in den Hafen einlaufenden Fluthstromes müfste mittelst eines Flügels d z vergröfsert werden, um des Hafens Tiefe zu vermehren. Von diesem Entwurfe möchte ich die besten wirkungen: einen guten seehafen, und die Abflächung der Platte II., in der Nähe der Mündung w d, erwarten. Die Mündung selbst aber könnte man — um den Hafen gegen südwestliche sturmwinde zu decken — noch enger machen; das werk o w, verlängern, wenn es nöthig, und nachdem die Platte II abgeflächt wäre. Ja! durch eine solche Maasregel müfste die Tiefe im Hafen und dessen Mündung zunehmen, weil die Geschwindigkeit des über den gesenkten Theil 2 3 des Dammes b c gefallenen stromes, durch die Profilschmälerung, vermehrt würde.

Dieser Hafen hatte (1798) eine beträchtliche Gröfse, und würde wenigstens 17 Fufs tiefgehende schiffe aufnehmen, denn das Borregat ist ja bey der Ebbe 18 bis 26 Fufs tief.

Dafs hier ein seehafen für Holland sehr nützlich sey, ist wohl unleugbar, zumal da die schiffe beym Aussegeln aus dem vliestrom auf einen günstigen wind warten müssen. Zur Beschützung dieses Hafens müfste noch nördlich Terschelling ein *Fort* angelegt werden. Unglaublich ist es, und ich kann es nicht unbemerkt lassen, dafs zur vertheidigung dieser Insel (so wie aller Inseln in der südersee) im Jahr 1798, und nachher keine zweckmäfsigen Anstalten getroffen waren. Bey Terschelling lagen drey Kanonen hinter o, ohne Lafetten, auf ein Bett von Meergras, und das nannte man

eine *Batterie!!* Wie leicht hätten da die Engländer nicht landen, und von der Insel aus, alle Schifffahrt stören, selbst Ostfriesland (S. T. 45.) täglich beunruhigen können. Doch was haben diese nicht alles versäumt!

Die Dünen auf der Insel Terschelling werden durch Strohbestickungen und Helmpflanzungen erhalten, welches ich hier noch erwähnen mufs. Sie nehmen die Hälfte der Insel ein. An der Südseite ist diese Insel mit einem Erddeiche versehen, welcher vorzüglich den, aus dem Vliestrom kommenden Vorfluthen ausgesetzt ist, wenn es im Amelanden-Gat, das ist an der östlichen Spitze der Insel, noch ebbt.

§. 35. *Der Zweck des Seeuferbaues auf der ehemaligen Insel Goederede* (T. 46. und 49.) ist erstlich: an dem nördlichen Gestade, westlich dem Dorfe Goederede, T. 46. F. 1., eine Aufhöhung des Strandes hervorzubringen. Zweytens an der südlichen Seite oder an dem Ufer des Riviers Bieningen den Deichfufs zu conserviren. Wir wollen diesen Seeuferbau also in den Nördlichen und Südlichen eintheilen.

Der Seeuferbau an der nördlichen Seite von Goederede besteht 1) aus fünf *Schirmhöftern* (siehe T. 49. deren Profil), welche in der Mitte eine Spundpfahlwand *a* haben. An den Seiten dieser Wand sind Gurtungen angebracht. Von 10 zu 10 Fufs stehen die Schorpfähle 6 auf beyden Seiten gegeneinander und gegen die Gurtungen Spuntplanken. Gurtungen und Schorpfähle sind mittelst eisernen Spliesbolzen *b c* aneinander befestigt. Zu beyden Seiten eines solchen Holzbaues liegt eine 12 bis 18 Fufs breite mit Verzäunungen versehene Reisberme *a e* und auf dieser sind Ziegelgraus und kleine Steine geschüttet. Von diesen fünf Schirmhöftern ist aus Versehen eines auf T. 46. vor Nieuweland, vergessen. 2) Nach diesen kommen östlich sieben Busch- oder Faschinenhöfter, auf hundert Ruthen Abstand, die vor dem Deiche liegen, die aber gleichfalls auf T. 46. anzudeuten, vergessen sind. 3) Nun folgt ein Schirmhöft, und 4) auf dieses zwey lange Schirmhöfter, welche nur an der Spitze mit Steinen gedeckt sind. Diese Schirmhöfter liegen sämtlich an der Wurzel der Fluth, an der Spitze der Ebbe gleich. Die Faschinenhöfter liegen aber an der Wurzel nur 1½ Fufs über die tägliche Ebbe und an der Spitze der Ebbe gleich. Beyde Gattungen von Werken haben die Erhöhung des Strandes bewirkt.

Der Seedeich liegt drey Fufs über die Sturmfluth von 1791 (das ist etwa 12 Fufs über die ordinäre Fluth), die ihn sehr beschädigt hatte. Sein innerer Körper besteht aus Sand, die Oberfläche aber 1½ bis 2 Fufs dick, aus Gras- oder Schlicksoden. Die äufsere Böschung des Deiches verhält sich zur Höhe wie 12 : 1. Zur Sicherheit dieses Deiches ist, zwischen seiner Böschung und der Wurzel von den sieben Buschhöftern, eine fünf Ruthen breite Packberme, welche aus Buschlagen besteht, die aber mit einer Verzäunung versehen sind, gelegt. Sie geht bis zur Höhe der Springfluthen (*). Da dieselbe eben so wenig, als die Buschhöfter, mit Steinen beschwert

(*) Oberhalb dieser Packberme ist die Dossirung des Deiches noch mit Stroh bekrampt. Anstatt der Berme hatte man an einer Stelle kleine Pfähle, von 4 Fufs lang, 2 Zoll im Durchmesser, ganz nahe bey-

sind, so mufs die obere Lage und Verzäunung, fast jährlich wieder erneuert werden, welches mit dem gröfsten Fleifse, den ich je bey ähnlichen Werken angewendet, gesehen habe, geschieht. Zu dem sämtlichen Seeuferbau waren 1795 defswegen 150000 Faschinen und eben so viel Pfähle in grofsen Haufen, welche oben dachförmig mit Reiser gedeckt wurden, vorräthig. Wenn das Holz sechs Jahre auf den Deich gestanden hat, so ist es noch ziemlich brauchbar; aber das hinter dem Deich in Haufen stehende wird einige Jahre früher, ganz unbrauchbar. Mir scheint dieser Vorrath von Holz zu grofs zu seyn, und ich mag es auch nicht erklären, warum die Pfähle nicht in Magazine aufbewahrt werden. Doch das erstorbene Holz, welches jährlich 25000 Faschinen ausmachen soll, wird zur Anstäubung der Dünen gebraucht. Ganze Faschinen werden nämlich Reihenweise in den Sand gegraben, und diese Buschwände bringen den Flugsand zu Haufen. Nach den oben beschriebenen Schirmhöftern folgt die sogenannte Westernolde, welches ein Schirmhöft ist, das 10 Fufs an seiner Wurzel über die ordinäre Fluth liegt. Herr Brunings hat es einkürzen und abflächen lassen. Wegen seiner Höhe vermehrte es nicht allein die stärke der Seebrandungen, und wurde öfters baufällig, so dafs es Jahre gegeben hat, in denen es 20000 Gulden Reparatur-Kosten erforderte, sondern es stand auch zu weit in den Strom, und verursachte demnach Widerströme und Angriffe auf die benachbarten Werke. Von dieser Westernolde bis zur Osternolde liegen wieder sechszehn Schirmhöfter und dann westlich der Osternolde noch neune. Die sämtlichen Werke, welche grofse Summen gekostet haben, scheinen mir nicht alle nöthig zu seyn, noch einer solchen Länge, wie sie haben, zu bedürfen. Wir haben nähmlich gesehen, dafs die Wassermenge des Fluthstromes, welche in die Mündung des Haringvliets einströmt, zum gröfsten Nachtheil der Schifffahrt und des hydrotechnischen Zustandes dieses Riviers, in neuern Zeiten, abgenommen hat. Da nun die Fluth aus dem Canal kommend, von Südwest nach Nordost in das Goedereesche-Diep (T. 46. Fig. 1.) einläuft, so ist es zweckmäfsig, dem Seeufer dieser Seemündung (des Dieps) eine regelmäfsige Biegung zu geben, vermöge welcher der Fluthstrom durch Schmälerung des Profils nicht geschwächt wird. In dieser Hinsicht würde ich anrathen: die Dünenecke U T T (s. oben T. 46.) eher in Abbruch, als in Zunahme zu bringen, wodurch die Anstäubung des Sandes befördert wird, 2tens würde ich zu der Einkürzung aller derjenigen Höfter, welche vor andern nebenliegenden hervorstehen, anrathen, und auch die Hafenhöfter von Goederede eher einkürzen, als verlängern, insbesondere, da hier schon die Natur eine, dem hydrotechnischen Zustande, nachtheilige Anschlammung beförderte, welche das Profil des Goedereeschen Dieps, Fig. 1. T. 46., gegen dem Quadenhoek, so beträchtlich geschmälert hat. Auch zeigt uns hier die Geschichte und die Erfahrung den nächsten Weg: als nämlich der sogenannte

sammen geschlagen, so dafs die Köpfe nur ein paar Zoll aus der Erde hervorstanden. Diefs sieht wie eine Hechel aus, und liefse sich wohl anwenden, wenn es nicht zu kostbar wäre. Die Ruthe mit Stroh zu bekrampen, kostet etwa 10 Stüber.

Quadenhoek — die schlechte Ecke — noch in Abbruch lag; als man die Deiche *d c e* noch nicht angelegt hatte, und der Strom noch längs der Linie, welche den Strand von den Gorsen trennt, nahe am Lazareth, hinstrich, da empfieng nothwendig (wegen dem gröſsern Profil der Seemündung) das Rivier Haringvliet eine beträchtlichere Fluthmasse, welche am südlichen Ufer auflief; damals war auch die Hinderplatte nicht so groſs als jetzt, und die Helvoeter Platte, welche so äusserst nachtheilig ist, existirte gar nicht. Wie heilsam würde es also nicht seyn, wenn man am Quadenhoek denjenigen Zustand wieder herstellen könnte, bey dem das Ufer südlich dem Lazareth fortlief; wenn man das Fahrwasser, welches jetzt im Goedereeschen-Diep längs dem Strande hinläuft, zweyhundert Ruthen südlicher versetzen, also das Profil dieser Seemündung um so viel erweitern könnte?

Die Zunahme des Quadenhoeks (Fig. 1. Tab. 46.) ist aber leider über alle Vorstellung gefährlich für die Helvoeter Rhede. Noch vor zwey Jahrhunderten bespühlten die Wellen die Mauern von Goederede, jetzt ist das Ufer 860 Ruthen entfernt. Man gedenke sich einen Augenblick die Zunahme dieses Ufers bis zur Hinderplatte, und man wird überzeugt seyn, daſs alsdann alle Schifffahrt mit groſsen Schiffen auf das Haringvliet und also auch nach Rotterdam aufhören muſs, weil die Seemündung ganz ausser der Richtung des Fluthstroms gebracht wäre. *Jede Vergröſserung des Quadenhoeks trägt also zum Verderben des Fahrwassers und der Helvoeter Rhede bey.* Die im Jahr 1762 bewerkstelligte Verlängerung des Goedereeschen Hafenhöftes war sonach allen richtigen Grundsätzen zuwider, und es ist unbegreiflich, wie man dahin arbeiten konnte, den nautischen Zustand des Haringvliets, an welchem Holland sehr viel liegt, in einem solchen Grade zu verschlimmern, als er wirklich verdorben ist. Nachher hat Herr Brunings, von den wahren Grundsätzen geleitet, über dieses Local mit Sachkenntniſs geurtheilt, indem er die Einkürzung und Abflächung der Westernolde und der Goedereeschen Hafenhöfter bewerkstelligte.

Der Seeuferbau an der südlichen Seite von der ehemaligen Insel Goederede (s. bey V. T. 46.) ist von einer ganz andern Beschsffenheit, als der so eben beschriebene. Er dient nicht um Anstäubung des Sandes oder Anschliekung zu befördern, denn beydes, weder Sand noch Schlick ist da zu sehen, sondern er soll den Deichfuſs conserviren. Dieſs Local ist deſswegen merkwürdig, weil mehrmalen, bey dem heitersten Wetter ganze Deichstrecken in die Tiefe abgeschossen sind, und das Wasser ins Land hineinstürzte. Solche Deichfälle (Dykvallen) entstehen ohne Zweifel von Wirbelströmen, die von der Fluth und den hervorstehenden Uferecken bewirkt werden. Dieselben unterminiren den Deichfuſs, und der Deich stürzt alsdann plötzlich in den gewühlten Kolk. Um die Wirkungen dieser Wirbel ganz unschädlich zu machen, hat Herr Blanken vor den Deichfuſs eine Anzahl Sinkstücke im Verband auf einander sinken, und Steine darauf schütten lassen. Nachher sind neun Höfter, gleichfalls mit Sinkstücken, erbauet, und mit Steindossirungen gedeckt. Längs dem Deiche ist eine Buschberme angelegt. Als

ich im Jahr 1798 den Bau sah, wurde ein Deichstück mit schlicksoden staffelmäfsig aufgesetzt.

§. 36. *Der Seeuferbau an der friefsischen Küste* T. 55. 56. und 45. ist unter allen bekannten Seeuferbauten, ausser den nordholländischen Seedeichen an der Süđersee den Sturmfluthen zum mehresten ausgesetzt. Er heifst vorzüglich die *Fünftheils-Deiche* (Vyfdeels-Dyken) nördlich und südlich Haarlingen gelegen T. 55. Der Theil nordwestlich dieser Stadt, wird der Binnen- oder Innere-Deich (Binnen-Dyks) und der südliche der äussere Deich (Buyten-Dyks) genannt. Jener geht bis zum Bildpolder, und dieser bis Makkum (*).

Diese Fünftheils-Deiche liegen 13 bis 14 Fufs über die tägliche Fluth, und 11 bis 16 Fufs über das Mayfeld, je nachdem dieses hoch oder niedrig ist. Die jährlichen Unterhaltungskosten belaufen sich auf 50000 Gulden. Nach hohen Sturmfluthen reicht diese Summe aber bey weitem nicht zu. So hat z. B. die Hälfte dieses Deiches, der Binnen-Deich, von 1758 bis 1772, 404822 Gulden, 12 St. das ist jährlich 26988 Gulden, 3 St. gekostet.

Die zur Beschützung der Fünftheils-Deiche anzuwendenden Kunstmittel sind von den Richtungen, nach welchen sich die Ebbe- und Fluth-Ströme längs der Küste bewegen, und von deren Geschwindigkeit; andern Theils von dem hohen Wellenschlage oder den Brandungen der Seewogen, abhängig. Wir sind demnach genöthigt, die Be-

(*) Ich habe diese Deiche nach der von dem Landmesser van der Does i. J. 1776 vollendeten Aufnahme, die ich in Haarlingen copirte, auf Tab. 55. und 56. stechen lassen. Wollte man diesen Deich in ein zusammenhängendes Stück übersehen, so müssen die einzelnen Striefen copirt, und nach den Sections-Linien zusammen gesetzt werden, denn sie sind alle nach ihrer Lage gezeichnet, und mit Buchstaben unterschieden. Diese Deichkarte hat der ehemahlige Deichgraf, der Graf von Wassenar Twickel, welcher sich um das Deichwesen bey den Fünftheils-Deichen, verdient gemacht hat, aufnehmen lassen. Schade, dafs darauf die Tiefen und Untiefen, wenigstens auf 200 Ruthen vom Deiche; so wie die Richtung und Geschwindigkeit der Ebbe- und Fluthströme bey stillem Wetter nicht angegeben sind; diese Deiche nicht nivellirt sind, und dafs deren Höhe, zwischen denen auf den T. 55. beschriebenen Nummernsteinen, welche 50 Königsruthen (1042 Königsruthen machen 1000 rheinl.) von einander entfernt sind, nicht angedeutet ist.

Für Friesland sind die Fünftheils-Deiche von der äussersten Wichtigkeit, daher sie die Deichscomune auch zum Gegenstand von Preis-Aufgaben, die in verschiedenen Schriften beantwortet worden sind, gemacht hat.

Die Schriften, welche von diesem Deiche handeln, die ich besitze, sind folgende: 1) Verhandeling over het Beveiligen van Frieslands Vyf-Deels-Dyken. Door P. C. Kramer en Klaas Jakobs 1777. 2) Verhandeling over de Vyf-Deels-Dyken van Friesland, door Karel, George, Graaf van Wassenaar Twickel, 1778. 3) Een Drietal Prys. Verhandelingen over de Vraage: welke zyn de beste, zekerste, en minstkostbare middelen, om door afleiding der stroom, de oude of Buitendyk der zuriger Oord teegens de woede der zee te beveiligen, en de aan Slyking of aanwinst van Strand aldaar te bevorderen. En welke gevolgen staan er gebooren te worden, indien de zuriger Oord werd geabandonneerd? Door de Heeren Volmagten der Vyf-Deelen-Zeedyken Buidendyks in Vliesland den 30. July 1787 voorgesteld. 1790. 4) Brief van Petrus Camper aan zyne Excellentie den Hooggebooren Heere Karel George Grave van Wassenaar Twickel, behelzende Een betoog van de onbestaan baarheid, en te groote Kostbaarheid der Vacken Steenwerken aan de Vyf-Deels-Dyken in Friesland, zederst weinige Jaaren ter proeve aangelegd enz. 1777. 5) Antwort van Carel George Grave van Wassenaar Twickel, Grietman over Franequeradeel en Dykgraef den Vyf-Deelen-Dyken etc. Op den Brief van den Hoog Gelterden Heere Petrus Camper. 1778. 6) Recueil van strukken tot der V. Deelen-Dyken van Friesland, bestrekkelyk, warin de nieuwe ordonnantie, ende instructie op den Binnen- en Buytendyk onder Jyne G. den Fraave Wilhelm Ludwich, als Stadholder van Friesland enz. enz. enz. den 9. April van den Jaare 1614 gemaakt, ten Nutte der Dykgenooten van deeze contributie by en verzameld door Petrus Camper 1779.

wegung der Ebbe und Fluth in der Südersee zu analysiren, bevor wir diejenigen Kunstmittel, deren man sich bisher bediente, ihre Wirkungen und neue zweckmäſsige Vorschläge entwickeln können. Ich handle also zuerst *von den Ebbe- und Fluthströmen in den Seemündungen Marsdiep, im Vliestrom, im Amelander-Gat und in der Südersee* (*).

Wenn man über Seeuferbauwerke urtheilen will, so muſs man die Richtung der Ebbe und Fluth kennen, was ich also darüber an Ort und Stelle mühsam gesammelt habe, will ich hier zusammenstellen, um daraus ein Raisonnement ableiten zu können. Die erste Erfahrung ist diese: in der Seemündung Marsdiep (T. 45.) ist es früher hohes Wasser, als in der Mündung des Vliestromes; in dieser früher als in der Seemündung zwischen den Inseln Terschelling und Ameland — das Amelander-Gat auch Ogerdiep genannt. Wenn ich zwey Beobachtungen, bey stillem Wetter angestellt, mit einander vergleiche, so war es vor dem Helder 3 Stunden 28 Minuten frühes hohes Wasser als bey Terscheling; die niedrigste Ebbe traf dort um eine St. 15 Min. früher als hier ein. Vor der Insel Wieringen war das hohe Wasser 2 St. 39 Min.; an der Insel Marken 7 St. 52 Min. (S. T. 42.); vor der ersten Insel die niedrigste Ebbe eine St. 34 Min., und vor der letztern 5 St. 15 Min. später als vor dem Helder eingetreten. Nach den vor mir liegenden Tabellen, welche die Beobachtungen über die Ebbe und Fluth vom Febr. 1798 enthalten, wechseln diese Unterschiede fast täglich von einander ab, jenachdem der Seewind stark ist, und in die Seemündung Marsdiep oder in den Vliestrom hineinstöſst. So verspätet z. B. der westliche Wind in dem Marsdiep und der nördliche im Vliestrom den Ablauf der Ebben.

Dieses abwechselnde Steigen und Fallen des Wassers in der Südersee und ihren Mündungen erkläre ich mir folgendermassen: Die Mündung des Vliestromes (T. 45.), die Amelander-Seemündung und die Seemündung zwischen Ameland und Schiermonkooy erhalten, (S. S. 108 bis 110.), denjenigen Fluthstrom, welcher von der Erhebung der Nordsee, so derselben durch ihre nördliche Mündung, die um zehn Grade weiter von dem Aequator — wo das Weltmeer zuerst und zum höchsten erhoben wird, als ihre südliche Mündung (la Manche, d. i. die Mündung des Canals zwischen Frankreich und England) entfernt ist, mitgetheilt wird. Hieraus folgt schon, daſs die Fluth vor dem Marsdiep früher als vor dem Vliestrom und dem Amelander-Gat eintreffen muſs. Wenn diese Vorstellung aber auch nicht richtig wäre, und die Mündung des Vliestromes ihre Fluth vom Canal erhielte, das ist in südwestlicher Richtung längs Vlieland, so läſst sich die Verspätung noch besser erklären, dann diese Seemündung liegt ja weiter vom Canal entfent als das Marsdiep. Eine kurze Uebersicht wird diese Analyse erleichtern.

(*) Es ist wirklich anmerkungswerth, daſs die Holländer bis jetzt von der Südersee eine genaue hydrometrische Aufnahme nicht besitzen. Zu derjenigen Karte, welche sie in diesem Werke darstellt, habe ich die beſsten Hülfsmittel und gröſstentheils Zeichnungen benutzt, so daſs ich mir schmeichle, von dieser See unter den bisher bekannten Karten die genauesten, in T. 44. und 55., geliefert zu haben.

Es ist nämlich beyläufig, wenn die seewinde nicht merkliche veränderungen hervorbringen — welches öfters der Fall ist — zu gleicher zeit

In der mündung des Texels oder im Marsdiep.	In der Mündung des Vliestroms.	In dem Amelander - Gat.
1) vorfluth	Nachebbe	vorebbe
2) Nachfluth	vorfluth	Nachebbe
3) vorebbe	Nachfluth	vorfluth
4) Nachebbe	vorebbe	Nachfluth

In dem ersten Fall wird der Fluthstrom des Marsdieps (T. 45.) sich bereits bis gegen dem Eylande Wieringen bewegt haben, wenn es bey Terschelling zu fluthen beginnt. Er wird über alle die sandbänke der südersee sich ausdehnen, und selbst nach dem vliestrom durch die Rinne, das oude vlie genannt, strömen; ja dessen Geschwindigkeit wird von der durch die vliemündung ausfliesenden Ebbe angezogen, d. i. accelerirt werden. Die Nachfluthen des Marsdiep werden aber fast zu gleicher zeit mit den vorebben des vlie's bey Hindelopen (S. T. 55.) aufrollen, wo selbst das Intervall von Ebbe und Fluth 2½ Fuſs beträgt. Indem es aber zu dieser zeit aus dem Amelander - Gat ebbt, so kann der bey Hindelopen und Makkum angekommene Fluthstrom sich nordöstlich d. i. nach dem amelander Gat wenden, wohin auch ein Theil von des vlie's Fluthstrom — längs der Insel Terschelling (T. 45.) — seine Direction nimmt. Endlich tragen die Nachebben (T. 55.) der südersee, welche längs stavern ablaufen, und die sich etwa gegen Hindelopen mit der Fluth des Marsdieps begegnen, dazu bey: daſs die Fluthen nunmehr nordöstlich gegen Harlingen auflaufen. *Längs den Fünftheils-Deichen strömt also die Fluth von südwesten nach Nordosten*, welches auch die Richtung des ververgats, oder des Fahrwassers nach Haarlingen, ist. Daſs der unterschied von Fluth und Ebbe vor Haarlingen beträchtlicher ist, als vor Terschelling, kommt daher, weil die Nachfluth des vlie's den vorfluthen des amelander Gats bey Haarlingen begegnet, und also mittelst dieser nach wechselseitigen Richtungen flieſsenden ströme ein hohes Aufwallen der oberfläche der südersee, hervorgebracht werden muſs.

Es kann also der Fluthstrom vor dem Innern - Deich (bey Haarlingen) keine sonderliche Geschwindigkeit erlangen, und wenn ich meiner schätzung trauen soll, so beträgt sie, bey der mittlern Fluthzeit, nicht über zwey Fuſs in der secunde, daher auch die Aufschlickung längs diesem Deiche beträchtlich ist. Wenn im Marsdiep die vorebben bereits wirksam sind, so fluthet das Meer noch in die Mündung des vliestrom hinein, und diese Fluth läuft auch seitwärts längs der Insel vlieland, dann vor dem Dorfe schild auf dem Eilande Texel (T. 45.), und formirt eine Rinne, die von dem saum des Robbezandes begränzt wird; auch durch das alte vlie strömt sie. Das wasser läuft also von dem frieſsischen Gestade ab, wenn es gleich schon im Amelander - Gat fluthet. Sobald aber in dieser seemündung die Nachfluth eintritt, ist es bereits im vliestrom Ebbe, mithin zieht sich der gröſste Theil ihres Fluthstromes längs der Binnenseite von Ter-

schelling nach des vlie's mündung; es führen also die zwo seemündungen — vlie und Marsdiep — das wasser der südersee aus, und so entsteht Ebbe vor dem friesländischen Gestade, wenn es gleich noch vor dem Amelander-Gat fluthet. *Vor den Fünftheils-Deichen hat demnach die Ebbe die Direction von Nordosten nach südwesten, und zwar bis dahin*, wo sie wieder von dem vliestrom angezogen wird, das etwa gegen Makkum geschieht. Es scheint übrigens nur zu gewifs zu seyn, dafs die wassermenge des in das Amelander-Gat einfliefsenden vorfluthstromes gegen die wassermenge der in das vlie einziehenden Nachfluthen geringe seyn mufs, weil diese eine ueberwucht über jene hat, das ist, davon zurückgestauet wird. Aus diesem Kampf der zwo ströme läfst es sich also auch gut erklären, wefswegen die Fluth längs Haarlingen langsam sich bewegt, und alle diejenigen werke, welche nordöstlich Ropta-zyl auf die Fluth liegen, eine gröfsere Anschlickung und Ansandung bewirken, als die auf der Ebbe liegenden. Mit dieser Erklärung stimmt auch die Erfahrung, welche sich ein gewisser Herr schmit — schrift No. 2. p. 27. s. s. 511. — erworben hatte, denn er wollte die Höfter in nördlicher Richtung, auf dreyfsig Ruthen Abstand, acht Ruthen lang, gelegt haben. Doch an dieser Bestimmung würde sich noch gar manches aussetzen lassen, weil es vortheilhaft ist, alle seeuferbauwerke, ohne Ausnahme, wenn sie blofs das ufer beschützen und erhalten sollen, perpendiculär auf die Richtung der Fluth und Ebbe zu legen. S. s. 464.

Die Anschlickungen längs den Fünftheils-Deichen — welche vom vom züricher ort, T. 55., bis nördlich Ropta-zyl, das ist bis zum Nummernstein 29, am Innern-Deich nicht beträchtlich sind, und aus schlick; vom stein No. 29 an aber, an der oberfläche, aus seesand bestehen — beweisen es abermals, dafs aus der vermischung des süfsen wassers, welches von den auswässernden schleusen in Haarlingen und dem Ropta-zyl in die südersee geführt ist, mit dem seewasser, ein Niederschlag entbunden wird Denn so viel ist klar, dafs aus denen mit einer geringen Geschwindigkeit fliessenden canälen nur eine unbedeutende Quantität Modder ausgeführt wird, welcher sich gleich bey den haarlinger Hafenhöftern niedergelegt, und die Anschlickung nicht hervorbringen kann. Wie die Fluth eine gröfsere Quantität schlick zu Boden fallen läfst als die Ebbe, ist auch zu erklären; denn, während die schleusen bey der Ebbe auswässern, vermischt sich das süfse wasser mit dem seewasser noch nicht innig genug, sodald aber die Fluth aufrollt, ist schon diese Mischung stärker bewirkt, und so kann der Bodensatz, während dem stillstande des wassers, niedersinken. Auf keine andere Art scheint mir diese Aufschlickung erklärt werden zu können. Eine ähnliche Beschaffenheit findet bey Makkum, workum, Hindelopen und stavern statt, von wo ab das gemischte wasser auch an der südlichen seite von vlieland und Terschelling, T. 45. und 55, einen schlick daselbst niederlegt, wo die wasserfläche gegen seewinde gedeckt ist, und nur langsam sich bewegt (*). Je näher man aber dem Amelander-

(*) Es ist mir sehr wahrscheinlich, dafs die wellen über eine Schlickplatte nicht mit solcher Gewalt ge-

Gat kömmt, desto mehr Sand findet sich hinter den Höftern. So liegt schon Sand bey dem vor dem Nummerstein 28 liegenden Höft, westlich Cohol. Wahrscheinlich lagert sich dieser Sand in der Zeit, wenn die Nachfluthen des Vlie's die Vorfluthen des Amelander-Gats an dieses Gestade begegnen und retardiren. Es ist also unleugbar, dafs hier solche Buschstein-Höfter, welche an der Wurzel ein paar Fufs über die Fluth und an der Spitze über die Ebbehöhe liegen, äusserst vortheilhaft seyn müfsten, indem sie allmählig das Wasser in seinem Laufe hemmen, den Angriff der gegen sie anlaufenden Wellen nicht nur schwächen, sondern selbst diesen ihre Erhebung, vor dem Deiche, verringern werden.

Nachdem ich nun die Circulation der Ebbe und Fluth (in der Südersee) erklärt, und einige Folgerungen daraus gezogen habe, so wird es zweckmäfsig seyn, dasjenige anzuführen, was von holländischen Schriftstellern gesagt worden ist. Der Professor Ypey druckt sich in der Schrift No. 3. S. S. 511 so aus. „Zwey Stunden zuvor ehe es niedrig Wasser an der friefsischen Küste ist, beginnt dasjenige Wasser, welches bis zu dieser Zeit durch die Vliemündung und dem Amelander-Gat südwärts geführt war, mittelst einer merklich vermehrten Höhe von dem aus dem Texel kommenden Seewasser bewirkt, wieder nordwärts zu fluthen. Inzwischen ist das Wasser zu der nähmlichen Zeit einige Schuh höher vor dem Texel als vor dem Vlie, weil die zwey grofsen Sandbänke, der Süder- und Norder-Haax T. 45., den Lauf des Wassers verträgen (*). Ja dieser Unterschied ist so grofs, dafs ohngeachtet der im Texel binnenlaufenden Vorfluth eher mehr Wasser aus des Vliestroms Mündung nach der Nordsee strömt als im Texel einfliefst. In der Zeit diese Wasserbewegung noch zwey Stunden anhält, nähmlich bis zur Zeit des niedrigsten Wassers vor den Fünftheil-Deichen, nimmt die Geschwindigkeit des im Texel einströmenden Wassers zu, und des durch die Vliemündung fliefsenden ab. Daher läuft das Wasser längs der friefsischen Küste mit einem nordostwärts fluthenden Strome auf, und zwar während vier Stunden, nämlich bis zwey Stunden vor hohes Wasser. Jedoch ist nunmehr das Wasser vor dem Texel am Fallen, während es im Vlie und Amelander-Gat aufs höchste ist. Diese zwo letztern Seemündungen geben also mehr Wasser als der Texel, worin der Strom wieder, nach einem Augenblick von Stillstand, kenntert (**), und dann schneller südwärts zu laufen beginnt. Inzwischen geben das Vlie und das Amelander-Gat mehr Wasser,

rollt werden, als über eine Sandplatte, und zwar der gröfsern Adhäsion des Wassers an Schlick und Modder gegen die an Sand. Daher fliefsen auch wohl die Flüsse, welche über ein aus Kies und Sand bestehendes Bett strömen, unter sonst gleichen Umständen, schneller als solche, die ein Bett haben, dessen Materie aus Erde, Schlick und Thon besteht. Auch kann der Sand vom Wasser ganz durchdrungen werden, und in diesem Fall wird die Adhäsion des Wassers und der Widerstand des Bettes sehr geringe seyn, weil — so zu sagen, Wasser über Wasser fliefst. Ich betrachte nähmlich den von Wasser durchdrungenen Sand fast als eine Wasserfläche.

(*) Diese Erklärung entspricht offenbar der Sache nicht, denn diese Sandbänke retardiren zwar die Geschwindigkeit der in das Marsdiep einströmenden Fluth aber zur Verspätung der Fluth vor dem Vliestrom können sie nicht beytragen, denn sie ist ja blofs von der Erhebung der Nordsee abhängig.

(**) Der Stillstand beträgt aber 20 bis 30 Minuten. *Kenterung* heifst die Umrollung des Wassers, wenn nämlich der Fluth oder Ebbestrom wirkt.

als durch diesen südwärts laufenden strom abgeführt wird, und so steigt dann das Meer noch zwey stunden, bis es hoch wasser ist. Aber zu dieser zeit läuft aus dem Texel und durch das Fahrwasser von Enkhuysen mehr wasser ab denn zufliefst, und so fällt das wasser an den Fünftheils-Deichen, während vier stunden mit einem südwärts laufenden strom, wenn das von dem Texelstrom herbeygeführte wasser binnen den letzten zwey stunden der Ebbe, wie bereits gesagt ist, wieder die ueberwucht erhält. Sobald endlich das in dem Texel eingetretene Seewasser nordostwärts läuft, fluthet es über das wieringer-vlaak, nördlich Medenblik, um die Ecke von Bree-zand über das friesische vlaak. T. 45., rund um westworkum und der Steinplaate u. s. w. nach Haarlingen.“ T. 55. Das wäre also des H. Ypey's Erklärung. Diese circulation der Ebbe und Fluth, welche ich anders zu erklären gesucht habe, so gut es die Data gestatteten, ist merkwürdig, und gewifs verdient sie eine genauere untersuchung, als ihr bis jetzt gewidmet worden ist. Möchte man diese doch anstellen!

§. 39. *Ueber die constructien derer vor und längs den Fünftheils-Deichen liegenden hölzernen Parallelwänden und Höftern*, T. 55. und 56., will ich noch Folgendes anmerken. Die Holzwände, auf der Deichkarte mit zwey Linien angedeutet — sind von verschiedener Bauart. Bey dem Ropta-zyl besteht die Holzwand, T. 56. F. 2., aus drey Hauptpfahlreihen a b c von Fichtenholz, Pfahl an Pfahl so dicht als möglich geschlagen. a ist eine alte Pfahlreihe, b ist die Hauptpfahlreihe, welche 12 Fufs über die tägliche Fluth reicht, und worin die Pfähle um die Hälfte ihrer Länge in den Grund eingerammt sind. An dieser Pfahlreihe steht noch eine zwote d zu ihrer unterstützung, und endlich ist eine dritte Pfahlreihe c am Deichfufs eingerammt. Nach der Landseite sind die Pfahlreihen b und d mit Gurtplanken e (F. 3.) versehen, welche auf jedem Pfahl mit eisernen starken spliesbolzen befestigt sind, so dafs kein Pfahl einzeln von den anbrausenden wellen aufgehoben werden kann. Zwischen diesen Pfahlwänden ist der Raum — zwo Kisten, die vorder- und Hinterkiste bildend — unten mit ziegelgraus und oben mit Feldsteinen gefüllt. Vor einer andern Deichstrecke T. 55. stehen drey Pfahlreihen beysammen, (S. T. 56. F. 6.) und eine 4te nahe am Deiche. Der Raum zwischen jenen und dieser ist gleichfalls mit steinen gefüllt. Am züricher Ort, F. 1. T. 56, stehen zwey Pfahlreihen, wovon die innere mit zwey Gurtplanken a a versehen ist (*).

Die Höfter auf der Karte des Fünftheils-Deiches (T. 55. und 56. mit zwey Linien angedeutet), von denen einige 40 Ruthen in die südersee hinein gehen, bestehen gleichfalls aus einer einzelnen Pfahlreihe, Fig. 4. und 5. (T. 56.), die mit Gurtungen und mit schooren oder schrägen streben c f versehen ist. Zwischen diesen schooren sind noch

(*) Die Längenruthe, (16 Fufs) einer solchen Holzwand, F. 2., kostet etwa 462 Gulden (Schrift No. 5. p. 179 s. S. 41). Die Pfähle a in der vorderkiste und c in der Hinderkiste sind 13 Fufs lang. Die Pfähle d haben eine Länge von 21 bis 24 Fufs; und die Pfähle in der Haupt-Pfahlreihe b sind 24 bis 30 Fufs lang. Den Rahmlohn rechnet man für eine einzelne Pfahlreihe auf eine Deichruthe (16 Fufs) 29 bis 30 Gulden.

Gurthölzer a a eingelassen, über denen eine Planke b gelegt ist. Wo sich besonders gefährliche Deichstellen finden, ist vor der Holzwand ein Stein-Revettement, F. 6. a b c — unten aus Ziegelgraus-oben aus Feldsteinen bestehend — geschüttet. Auch vor mehreren Höftern liegen solche Steinschüttungen. Hinter den Holzwänden ist auf einigen Stellen, vor der Deichzehe, Ziegelgraus geworfen, weil daselbst das durch die, von den Pfählen formirte Steinkiste, schlagende Wasser, Wühlungen verursachte. Der vor dem züricher-Ort liegende Deich unterscheidet sich dadurch von dem übrigen Theil des Fünftheils-Deiches, dafs dessen vordere Böschung, I B T 56. F. 1. mit losem Ziegelgraus beschüttet ist, und Pfähle a a darin stehen; dafs dessen Krone eine steile Wand B C hat, welche von senkrecht stehenden Pfählen gebildet wird, und endlich, dafs auch die Krone C D mit Ziegelgraus beworfen ist.

Die Erfahrung hatte auch hier gelehrt, dafs die Holzwände dem Deiche alle diejenigen Nachtheile brachten, die wir angeführt haben. Der Gr. Wassenaar glaubte nun von den Fachwerken, welche aus Vierecken bestanden, die zwey Ruthen breit waren, und die von eingerammten Pfählen gebildet sind, worin erst Ziegelgraus, dann grofse Steine eingesenkt wurden — eine Sicherheit für den Deich zu erhalten. Er liefs in dieser Ueberzeugung an einigen Stellen, wo er sie anlegte, die hohe Pfahlwand absägen, benutzte dann zum Fachwerk die Steine aus der Kiste und die Pfähle. In einigen Fachwerken wurden die Spickpfähle in triangelförmigen Figuren eingeschlagen, wie z. B. zwischen den Nummernsteinen 43 und 44. Er legte auch solche Fachwerke zwischen den Nummernsteinen 50 und 51, bey Bolta und bey Ropta-zyl bey dem Stein No. 41, ferner am Binnendyks zwischen den Steinen 43 und 44; am züricher-Ort, zwischen den Pfählen 29 und 31, und beym Stein 27 am Buytendiks, an. Diese Fachwerke sind alle auf der Deichkarte in T. 55. angezeigt. Sie gehen von 4 bis 7 Fufs über die tägliche Fluth hinaus, und man sieht also, dafs des Grafen Wassenaars Idee keineswegs dahin gieng, die *beyderseitigen Deichs-Dossirungen* mit solchen Fachwerken zu versehen, wie ein deutscher Schriftsteller glaubt. Die Ruthe zu 12 Fufs kostete im Durchschnitt 108 Gulden, also waren die Kosten gegen die des Pfahlwerks sehr erträglich.

Gegen die Bemühung des Grafen Wassenaars trat aber der berühmte Camper, in seinem Briefe an den Grafen auf. Wer diesen Brief mit der gröfsten Unpartheylichkeit liefst, der mufs gestehen, dafs er des Verfassers nicht würdig ist. Abgerechnet seine beleidigende Ausfälle gegen den Grafen Wassenaar, erhält er auch überdem nicht viel wichtiges über den Deichbau. Camper meint, dafs man den Fünftheils-Deichen ein solches starkes Profil als der westcappelsche Deich auf der Insel Walchern hat (T. 57.), geben müsse, ohne zu bedenken, dafs dieser leztere den Wellen der Nordsee ganz blofsgestellt ist, aus Sand besteht, und nur eine dünne Klaydecke hat. Erwägt man nun aber, dafs die Fünftheilsdeiche überall eine weit gröfsere Dossirung, als die Erd-Seedeiche am Helder (T. 47.), auf der Insel Texel, auf dem Eylande Voorn, auf der Insel

Goederede haben; dafs diese und die Deiche an der Maasmündung, einige in Nordholland, und die ohne hohe Pfahlwände den Wellen widerstehen, dafs die Deiche bey Muyden an der Südersee; im Oldenburgischen und bey Rizebüttel, keine so starke Dossirung, als die Fünftheils-Deiche haben, und dafs sie dennoch den Brandungen der See widerstand leisten; erwägt man endlich, dafs die Fünftheils-Deiche aus ziemlich guter Deicherde gemacht sind, insbesondere der Binnendyks: so ist es einleuchtend, dafs die Dossirung, welche sich zur Höhe, wie 4 : 1. oder wie 5 : 1. verhält, flach genug ist, wenn die Pfahlwände eingehen, um das Aufrollen der Wellen zu vertragen.

Meine Vorschläge zur Construction der Bauwerke längs und vor den friefsischen Seedeichen bestehen darin: Da die Holzwände bey hohen Sturmfluthen nachtheilig sind, so müssen sie alle bis zu derjenigen Linie, nach welcher das Vorufer ablaufen soll, das ist (T. 56. F. 1.), zwischen 4 und 1, oder F. 7. von L nach B abgekappt werden. Die in der Pfahlkiste liegenden Steine sind zu dem Revettement B A zu benutzen, welches letztere jetzt nur bis C geht. An den gefährlichsten Stellen wird diefs Revettement bis 2 Fufs über die tägliche Fluth von B nach A (F. 7.), an andern nur bis zur täglichen Fluth-Höhe, denn bis zu derselben erhalten sich, wie die Erfahrung lehrt, gute Erddeiche noch grün, ja auch noch ein paar Fufs darunter. Im ersten Falle, wo diefs Revettement zwey Fufs über die ordinäre Fluth geht, wird es gut seyn, bey A eine 1½ Fufs hohe Planke horizontal auf die hohe Kante einzusenken, weil sich die Steine nicht hinlänglich mit der Erde verbinden lassen. Die Methode hat man sich auch auf der Insel Wieringen (F. 3.) mit Vortheil bedient. Eine solche Steindecke kann 2 bis 2½ Fufs dick seyn. Alle grofsen Ballaststeine müssen, von der täglichen Ebbehöhe an, regelmäfsig auf den Ziegelgraus gelagert, und in demselben hineingerüttelt seyn. Die Zwischenräume müssen mit kleinen Steinen und Ziegelgraus ausgestopft werden. Auch der Fufs des Revettements 4. 6. (F. 1.), dessen Abdachung sich zur Höhe wie 2 : 1, wie 3 : 1, wie 4 zu 1 verhält, je nachdem die Tiefe grofs, der Strom nahe, oder der Nordwest-Wellenschlag darauf mufs gerichtet ist, eine Böschung erhalten. Ist die Tiefe sehr beträchtlich, etwa 15 bis 20 Fufs unter die tägliche Fluthhöhe, so können dazu Sinkstücke gelegt werden, auf welchen man Ziegelgraus und Ballaststeine schüttet. Dafs diese Baumethode zweckmäfsig ist, beweisen nicht nur die Deiche am Helder (T. 47.); auf der Insel Wieringen (T. 56.); sondern auch die Buschsteinhöfter bey s'Gravesande; am Nieuwendiep (T. 49.) und bey Petten.

Den Nachtheil, welchen die jetzigen hohen hölzernen Höfter, vor Friesland, hervorbringen, ist bereits ins Licht gesetzt. Man verlasse also diejenigen, welche nicht zweckmässig sind. Hierüber wird der Ingenieur urtheilen können, wenn er eine genaue hydrotechnische Karte, von der Südersee, längs den Fünftheils-Deichen, vor sich hat. Da der Ebbe- und Fluthstrom auch mit dieser Seewehre ziemlich parallel läuft, so dürften die Höfter perpendiculär auf die Richtung des Deiches, oder auch auf die Wasserlinie der Ebbe stehen müssen. Also *Buschstein-Höfter müssen es seyn*, die mit ih-

rer spitze D, Fig. 7. T. 56. die tägliche Ebbe erreichen, und mit ihrer wurzel A zwey Fufs über die tägliche Fluth hervorragen, dafs ist: der springfluth gleich liegen. Sind solche Höfter daselbst nöthig, wo jetzt ein hölzernes liegt, und welches aus dem Effect der Anschlickung beurtheilt werden kann, so mufs dieses bis zur oberfläche D B in L abgesägt, oder abgekappt werden. An den seiten der alten Pfahlwand (Fig. 5.) wird der Raum mit Faschinenwerk ausgefüllt, und überdiefs ziegelgraus geworfen werden müssen. Endlich werden grofse steine bis zur Ebbe herab aufgesetzt, und unter derselben hinunter geworfen, auf denen dann wieder ziegelgraus geschüttet wird, welches in die zwischenräume einrieselt. Wenn neue Höfter aufgeführt werden müssen, so können sie da, wo eine Tiefe von 6 Fufs und mehr unter der täglichen Ebbe statt findet, mittelst sinkstücken, E C F G Fig. 7. erbauet werden. S. s. 262. u. s. w. Auf diesen sinkstücken käme dann eine Lage Busch zu liegen, die mit verzäunungen befestigt würde. In dieser verzäunung würde ziegelgraus und grofse Ballaststeine geworfen. Das Querprofil eines solchen anzulegenden Busch-steinhöfters ist in F. 8. gezeichnet. Auch würden die Räume *f e g* und *b c d* mit dem sinkstücke, dessen Form darnach gerichtet seyn müfste, oder mit einem Faschinenbau gefüllt; *auf harten Boden*, könnten sie aber mit kleinen steinen gefüllt werden. Die Breite eines solchen Höftes, da wo die niedrige see täglich daran spühlt, kann zwey rheinische Ruthen betragen, welches eine hinlängliche stärke giebt. Je flächer übrigens der Bogen von den Queerprofilen, oder die oberfläche solcher Höfter gemacht wird, desto sicherer liegen die steine, desto grösser ist also die stärke solcher werke, womit sie den aufrollenden wellen widerstehen können. Damit die alten Pfähle eines vorhandenen Pfahl-Höftes nicht ausgezogen werden dürfen, mufs der Raum *C F a b* F. 7., welcher zwischen dem ersten sinkstücke und dem alten steinrevettement bleibt, mit steinschutt gefüllt werden, darüber hin kommt dann die Lage ziegelgraus, und über diese werden die grofsen steine regelmäfsig aufgesetzt. Die steindossirung *C A* stützte sich noch an eine einzusenkende Plankenwand *A*, welche nicht über diese steindossirung noch vor der Dossirung des Deiches hervorragen mufs, denn alle solche hervorstehende wände verursachen Einwühlungen. Uebrigens mufs die oberfläche solcher werke und steindossirungen so regelmäfsig aufgesetzt werden, als nur möglich ist, damit die grossen steine, einer vor dem andern, nicht merklich hervorstehen, und darauf die wellen sanft aufrollen, indem sie keine grofse unebenheiten auf ihrem wege antreffen.

§. 37. *Ueber den züricher-ort und vorschläge zu dessen verbesserung* (T. 55. und 56. So heifst man die hervorstehende Ecke der Fünftheils-Deiche bey dem Dorfe zürich (T. 55). Einige Deichbaumeister haben den züricher-ort den wogen preifs geben wollen, weil sie dafür hielten: dafs dessen zwo schenkel eine unregelmäfsige Bewegung der Ebbe- und Fluthströme, und also wirbel- und widerströme hervorbrächten; daher wurde auch i. J. 1734 der sogenannte slaaperdeich, dessen zweckmäfsiges Profil in F. 10. T. 56. gezeichnet ist, von dem Deichbaumeister Loree

angelegt. Er hat 69225 Gulden gekostet, und ist 1½ Schuh höher, als der vordere Deich gelegt worden; das ist etwa 15½ Fuſs über die tägliche Fluth und 12 Fuſs über das dortige Mayfeld. Ehe ich zu den Verbesserungs-Vorschlägen übergehe, ist es nöthig zu bemerken, daſs der züricher-Ort den Brandungen der See stark, aber dem Angriff des Ebbe- und Fluthstromes wenig ausgesetzt ist, welches auch die vor demselben liegenden Schlick-Platten hinlänglich beweisen. Da jene nun mittelst sanft aufgehenden und soliden Revettements besser, als mit Höfter gemäſsigt und unschädlich gemacht werden: so müssen hier weder Höfter, die Wirbel und irreguläre Strömungen, vor dieses vorstehende Seeufer, verursachen, noch steile Holzwände angelegt werden, sondern man muſs den züricher-Ort als ein Vorland für den Slaaperdeich betrachten, und kann also füglich die Abflächung des alten Deiches bewerkstelligen. Dieser Meinung waren aber die Deichsbevollmächtigten nicht; sie wollten den alten Deich conservirt haben, und in diesem Sinne fielen daher auch die Preisschriften aus. Auch ich würde dieses Seeufer keinesweges der Südersee überlassen, weil nach dessen Abbruch die Abflächung der vorliegenden Sandplatten und also ein stärkerer Angriff der Wellen auf das Watt und endlich auch auf den Fünftheils-Deich erfolgen müſste; aber ich würde, wie gesagt, hier keine Höfter anlegen, noch auf die Erhaltung des hohen alten Deiches Bedacht nehmen, sondern nur das Ufer mit einem Busch-Steinrivettement sichern.

Da diese Deichecke, aus den angeführten Gründen, als ein Vorland zu conserviren ist, und man den alten Deich ohne groſse Kosten nicht erhalten kann, so wird es zweckmäſsig seyn, denselben, entweder bis zur Sturmfluth von 1776 nach den Linien 1. 2. 3. E (F. 1. T. 56.), oder bis 6 Fuſs über die tägliche Fluth nach den Lin. 2. B F, abzuflächen. Dieses letztere Profil wird das Ueberlaufen der hohen Wellen vertragen, welches wir an dem Deiche auf der Insel Marken und dem Slaaperdeich bey Spaarndaam sehen. Ferner muſs die Holzwand der Linie 4. 1. gleich abgekappt und das Steinrevettement bis zur Linie 5 ausgedehnt werden, Da wo, 1770 bey I. (T. 55.) vor dem Nummerstein 28, ein mit Steinen gefülltes Tchiff versenkt ist, müſste ein Steinwall, nach der Lin. x 1 y fortgesetzt werden, um die Widerströme und Wirbel zu vernichten, die hier das isolirte Schiff verursacht. Die Erde, welche von dem Deiche abgenommen wird, kann in die alten Deichgruben gekarrt werden, und um diese nach und nach auszufüllen, mag ein kleines Siel in den alten Deich, an dessen nördlichen Anfang, gelegt werden, um trübes Wasser einzulassen. Auch könnten die Deichgruben, ehe die Erde des alten Deiches darin gebracht würde, mit einem Buschbett von vier bis 6 Fuſs dick ausgefüllt werden, damit eine gröſsere Festigkeit des Bodens entstehe.

§. 38. *Von dem friesischen Seeuferbau längs der Nordsee* (T. 56.) will ich nur in der Kürze anmerken: daſs das Pfahlwerk, welches nördlich den Fünftheils-Deichen bis zum Bildpolder steht, nicht mehr unterhalten wird, weil das Watt stark anschlickt; daſs vor dem neuen Bildpolder wieder Pfahlwände und Pfahlhöfter liegen, die erstern sind 1600 Deichsruthen lang. Die jährliche Unterhaltung dieses Uferbaues kostet 12

bis 14000 Gulden, welche Summe die Steuer um die Hälfte übersteigt. Man trifft auch solche Parallelwerke an, wie die Profile, F. 14. und 17. (T. 56.), zeigen. Längs dem nieuwen Aanwas und dem Kegen liegt nur ein Erddeich. Bey Oster-Polder gehen die Pfahlhöfter und Pfahlwände wieder an, welche denen von den Fünftheils-Deichen ähnlich sind, und die sich bis Delfzyl erstrecken.

§. 40. *Der Seeuferbau an der nordholländischen Küste der Südersee* (Tab. 43. 44. und 56.) ist einer der ältesten: denn Nordholland bedurfte früher als andere Länder starker und kostbarer Seewehren, weil es früher einer Cultur genoſs, und es hat den Holländern zum Muster beym Bau der hölzernen Höfter und Steinwerke gedient. In diesen Rücksichten ist eine Beschreibung von dessen Bauwerken, mit welchem dem Angriffe der hochwogenden See Widerstand geleistet wurde, lehrreich. Ich werde dieselbe so kurz, als möglich, abfassen, um den reisenden Ingenieurs einen Leitfaden zu geben, den Leser aber auf die Grundsätze des Seeuferbaues zurückzuführen. Die nordholländischen Seewehren und Deiche, welche in hundert Jahren, nahe an achtzehn Millionen Gulden zu unterhalten gekostet haben, sind eben so wenig, als die andern ältern holländischen Seeuferbauwerke nach einem System angelegt. Längs ihnen finden wir hervorstehende Ecken, concave-Seeufer; bald auf die Ebbe, bald auf die Fluth liegende Höfter, und der Norder-Cogger-Deich, welcher (T. 43.) zwischen Aardswoude und Medenblick liegt, ist noch der regelmäſsigste. Dagegen hat aber der Norder-Deich im Drechterland, nördlich Enkhuysen (Tab. 44.) einige Einbiegungen, die weniger schädlich gewesen seyn würden, wenn man vor ihnen her Parallelwerke, zur Höhe der Springfluth, gelegt hätte, denn es ist ein unwidersprechlicher Grundsatz, daſs man von solchen Deichen keine hinlängliche Sicherheit hat, vor denen der Fluthstrom, in concaven Uferstellen, Wirbel und Drehungen verursacht, wenn diese Stellen selbst nicht mit Bauwerken gedeckt sind. Die Erfahrung hat diesen Grundsatz auch an diesem Deiche bestätigt, und man hat vor 70 Jahren die Parallelwerke *f e*, *d c* und *b a* aufführen müssen. Anfänglich bestanden sie aus Pfahlwerk, welches in der genauen Karte von Drechterland, von dem Mathematiker H. Hem, vom Jahr 1775, deutlich angegeben ist. Nach diesem Jahr hat man die Pfähle, bis auf die tägliche Fluth, abgesägt, und auf den Seiten solide Steindossirungen geschüttet. Bey *e f* steht die Pfahlwand noch, und es wäre zu wünschen, daſs auch diese abgekappt würde, wie die übrigen Pfahlhöfter auf T. 44. abgekappt sind. An beyden Seiten dieser Pfahlwand liegen, der Springfluth gleich, Steindossirungen, wie F. 12. T. 56. zeigt. An einigen Werken, welche von Steinen aufgeschüttet sind, habe ich auszusetzen, daſs ihr Obertheil einen zu spitzen Rücken hat, der nicht flach genug gewölbt ist. Vorzüglich ist dieſs der Fall mit einigen Höftern und Parallelwerken zwischen dem Enkhuyser Leuchtthurm und Medenblick (T. 44). So etwas läſst sich aber mit der Zeit verbessern, und die Deichcaſse kann eine hinlängliche Entschuldigung für den Ingenieur und

Deichoffizianten seyn, wenn sie ihn nöthigt, die Bauwerke und Deiche anfänglich nach einem kleinen Besteck zu machen.

Was das Profil der nordholländischen Deiche anbetrifft, so ist es sehr verschieden, je nachdem das Deichstück den nördlichen und nordwestlichen Seewogen ausgesetzt ist. Der Deich westlich Medenblick (T. 43.) hat z. B. das grofse Profil auf Tab. 56. beschrieben: *nordholländischer* Seedeich. D ist die Krone, C der Wierriemen, vor welchem Pfähle stehen; B ist die Steindossirung zwischen Verzäunungen und auf ein Unterlager von Wier liegend. Dieser Bau ist wegen der vielen Steine kostbar, und deswegen auch nur an wenigen Stellen angewendet. An andern gefährlichen Deichstellen findet man vor den Deichen oder vor dem äufsern Wierriemen A (s. das Profil I. T. 56. von den zwey Profilen nordholländischer Seedeiche) eine Pfahlreihe, worin der dritte Pfahl *a* über den Wierriemen hervorsteht. An diesen Pfählen ist ein Gurtholz *b c* mit hölzernen Nägeln befestigt. Vor der Pfahlwand liegt eine Steindossirung D. Deichstellen, die den Wellen nicht sehr ausgesetzt sind, als z. B. der südliche Deich von Drechterland, zwischen De Nek und Enkhuysen (T. 44.), haben ein Profil wie das obere, s. das Profil II., von den zwo oben, auf T. 56. citirten Profilen. Da wo die Deiche noch eine Pfahlwand vor sich haben, ist die Böschung mit Kaysteinen gedeckt. Bey andern Stellen ist gegen der innern Seite des Wierriemens noch eine Erdbanquet von $1\frac{1}{2}$ Fufs breit über die Krone des Deiches gestützt, so dafs, wenn der Wierriemen A weggeschlagen würde, doch noch diese Erhöhung bliebe.

Diese nordholländischen Deiche haben eine sehr starke Krone und wenig Böschung. Da aber die Breite der Krone nicht die Zweckmäfsigkeit der Deiche ausmacht, sondern ihre Höhe und eine sanfte äufsere Böschung, welches die Erfahrung an allen See- und Flufsdeichen beweifst, so wäre es besser, die Krone zu schmälern, die Deiche zu erhöhen, und die Böschungen flach ablauffend zu machen. Ein Beweifs, dafs die Deiche mit schmaler Krone dem Strome und Wellenschlage Widerstand leisten, wenn sie nur hoch genug sind, geben die kleinen Kadeiche am Leck, und die schmalen Dämme am friesländischen Gestade No. 2. und 6. T. 56.; die Seedeiche bey Sas van Gent, von 4 Fufs Krone, und die Deiche auf dem Eylande Wieringen. Alle diese Deiche leisten dem hohen Strom und der hohen See vollkommen Widerstand. Man lege die Deiche nur hoch genug, und gebe ihnen da, wo die Höhe der höchsten Sturmfluth, oder wo bey Flüssen die höchsten Anschwellungen den Deich berühren, eine Stärke von 8 bis 16 Fufs, wenn sie aus guter Erde bestehen; man lege die Krone bey Seedeichen 12 bis 20 Fufs über die Springfluth — bey guten und dem Eisstrome ausgesetzten Flufsdeichen 1 bis 3 Schuh über die höchste Anschwellung des Eisstromes, und mache dann immerhin die Krone schmal, bey Seedeichen 6 Fufs, bey Flufsdeichen 1 bis 6 Fufs, je nachdem die Eisschollen sich auf die Dossirung schieben können: so wird man zweckmäfsige Deiche haben. Wenn man den Weg an den nordholländischen Seedeichen, der jetzt doch noch immer, bey aller Breite der Deiche, und

bey dem schnellen Fahren, welches die Holländer lieben, gefährlich ist, auf eine Nebenberme, wie das Deichprofil No. 4. T. 36 zeigt, anlegte, und die Dossirungen abflächte, auch den Deich gleichförmig erhöhete, so würde man eine vollkommene Sicherheit für Nordholland erhalten, ohne zu grofse Kosten. Zur Krone könnte dann derjenige Theil gelassen werden, welcher jezt fast aus einem künstlichen Estrich besteht. In der Mitte der Krone hebt man nämlich auf eine Breite von 6 bis 8 Fufs die Erde 1½ Fufs tief aus, und füllt diesen Raum mit Ziegelgraus, oder dem Schutte alter Mauern aus, Diese Masse fährt sich beym Regenwetter so fest zusammen, als ein Estrich. Es verdient also diese Methode an allen Deichen, welche zugleich Wege sind, wo die Deichcasse es bestreiten, und man des Mauerschuttes habhaft werden kann, eingeführt zu werden. Wenigstens sollte man eine ähnliche Ausfüllung mit Kalchsteinen, Flufskiesel oder Grand, oder mit Seemuscheln, wo sie im Ueberflufs am Strande liegen, bewerkstelligen. Doch ich breche diese Materie ab, weil davon beym Deichbau das weitere vorkommt.

§. 41. *Der Seeuferbau an dem Gröningschen Seeufer, vorzüglich am Dollart* (Tab. 56. und 57.) ist, insbesondere zwischen Delfzyl und dem Dollart (*), wo er aus Holzwerken, an denen grofse Steine geschüttet sind, besteht, merkwürdig. In der Karte (Tab. 57.) sieht der Leser nun wieder eine Menge Höfter, die bald nach dieser, bald nach jener Richtung liegen. Dieselben bestehen (Tab. 56. Fig. 12.) aus einem Spannwerk, worin die Schoorpfähle *c a*, die Mittelpfahlwand *b* unterstützen, und welche auf 10 bis 12 Fufs Entfernung angebracht sind. Dieses Spannwerk ist mit grossen Steinen bedeckt. So sind auch die Meerdämme vor Delfzyl construirt. Andere Höfter bestehen wieder aus einem Spannwerk, wie es in Fig. 13. gezeichnet ist, dessen Seiten-Ansicht, stellt Fig. 15. dar. Mehrere Höfter sind nur landwärts, mittelst Schoorpfählen, alle 12 Fufs, unterstützt, und diefs nennt man ein Schoorwerk. Noch andere Höfter sind so construirt, wie es das Queerprofil (Fig. 16.) zeigt. An einigen Stellen steht, vor dem Deiche, in einiger Entfernung, eine Pfahlwand *a* (Fig. 17.), die mit einer Gurtung versehen ist, vor und hinter welcher Wand Steine geschüttet sind. An andern Deichstrecken läuft ein Holzwerk parallel mit dem Deiche, an dessen Zehe fort, wie Fig. 11 zeigt. In diesem Durchschnitt ist die Mittelpfahlwand *b*, welche noch zur Unterstützung eine zweyte Pfahlwand *d* hat. *c* ist die Holbe, worin die erstere eingelassen ist; über dieser vereinigen sich zwey Schoorpfähle *f g*. Vor dieses Holzwerk liegen noch wohl grofse und kleine Steine. Ja vor das *Kap-Rheyde* am Dollart (Tab. 57.) sind sogar parallel gehende Pfahlwände eingerammt, die aus Kistwerk, oder einer Pfahlreiche mit Gurtungen, bestehen. Auch sind die davor liegenden Höfter mit Steinen gedeckt (**).

(*) Der Dollart war ehemals festes Land, ausser dafs die Ems dadurch flofs, eine Sturmfluth hat ihn verschlungen.

(**) Die Höfter liegen ein paar Fufs über die tägliche Fluth. Die Seedeiche aber 18 Fufs. Das Intervall der Fluth und Ebbe ist etwa 8 Fufs.

Diese *Reyder* Landspitze ist ein fester Punct, den man erhalten mufs, um die Anschlickungen längs dem südlichen Ufer des Dollarts zu befördern, indem er im Dollart die Wogen mäfsigt, und den Fluthstrom retardirt. Ferner befördert diese Landspitze des Fahrwassers Tiefe in der Emsmündung, weil sie ihre Profile schmälert. Wahrlich hier hat man dem hölzernen Höfterbau und den Holzwänden grofse Summen geopfert (*). Hier wäre es recht leicht: mit einigen Buschhöftern allen Zwecken zu entsprechen, da die Anschlickungen so erwünscht erfolgen, wovon die an dem Dollart, im verflossenen Jahrhundert eingedeichten Polder, Beweise sind.

Von dem Hafen vor Delfzyl mufs ich noch bemerken, dafs er bey der Ebbe fast trocken läuft, dessen Figur ist auf der Karte (Tab. 57.) angegeben.

§. 42. *Den Bau an dem südlichen Ufer der Scheldemündung, Vlissingen gegenüber* (Tab. 59.), zähle ich defswegen zum Seeuferbau, weil er den Ebbe- und Fluthstrom der Nordsee und den der Schelde ablenken soll, auch viel von hohen Sturmfluthen zu leiden hat. Er verdient angeführt zu werden, da er Dasjenige bestätigt, was ich von der Figur und Höhe der Seeuferbauwerke festsetzte. Wir sehen nämlich: wie die niedrig liegenden Buschhöfter 1. 1. 1., welche an der Wurzel nur etwa drey Schuh über die tägliche Ebbe hervorragen, nicht die mindeste Aufschlickung erzeugt haben, und das Watt nicht conserviren; dafs aber die höher liegenden Höfter 3. 4. schon das Watt erhalten, aber dennoch keine Erhöhung desselben bewirken, denn sie liegen noch mit ihrer Wurzel drey Fufs unter der täglichen Fluth. Jene liegen also nach der, aus der Erfahrung (S. 464.) abgeleiteten Regel (weil hier die tägliche Fluth 12 Fufs steigt) eilf Schuh, diese hingegen fünf Schuh zu niedrig. Die kleinern Pfahlhöfter 2. 2. bestehen aus einer Reihe Pfähle *f* Nro. II. an denen ein horizontal liegendes Queerholz oder eine Gurtung *d* mittelst eines Spliesbolzens angenagelt ist. Zu beyden Seiten dieser tannenen Pfahlreihe, in welcher sich die Rundpfähle, jedoch nicht berühren, liegt ein Buschsteinwerk. Die grofsen Höfter No. III. bestehen aus zwey Pfahlreihen *g f*, welche durch einen Buschsteinbau gehen, und mittels Queerbänder h untereinander befestigt sind. In allem sind es ein und zwanzig Höfter, welche das Seeufer, und den Deich, dessen Profil in No. IV. dargestellt ist, und der eine 12 Schuh breite und schräge Krone hat, beschützen sollen. Dieser Deich ist bis vier Schuh über die tägliche Fluth hinauf (bis *n*) mit Stroh bekrampt (**). Er liegt etwa 16 Fufs über die ordinäre Fluth. Vor der Strohbekrampung liegt noch eine Buschberme bis *l m*, zwischen diesen ihren Verzäunungen sind hin und wieder Steine geworfen. Oestlich Breskens liegen noch vor dem Dünen-strande zwölf oder dreyzehn Höfter. Diefs ist

(*) Ich habe tannene Pfähle gesehen, die hier, vom Pfahlwurm zermalmt waren, ob sie gleich nur 12 Jahre gestanden hatten.

(**) *Die Strohbekrampung sollte nie höher, als bis zur ordinären Fluth hinauf gehen, wenn die See nicht Muscheln und Sand aufwirft, worunter das Gras nicht fortkömmt; auch wächst ja das Gras unter dieser Bekrampung hervor.* Warum folgt man also nicht lieber der Natur und sorgt für eine gute Grünschwarte, welche allen Strohbekrampungen vorzuziehen ist?

also abermals ein kostbarer Bau, welcher ohne System — ohne Direction eines geschickten Seeuferbaumeisters — angelegt ist. Man sieht es ihm gleich an, daſs er leider nur von gewöhnlichen Werkleuten und Deichsgeschwornen geführt wird. Aber der Deichscommüne kommen die Miſsgriffe auch hoch zu stehen; jährlich werden für 200 Quadrat-Ruthen Landes funfzehn Gulden Deichsgeld entrichtet, und der Strom greift endlich immer mehr um sich. So ist z. B. der Polder von Wolpen, östlich Breskens gelegen, von der December-Fluth (1798) überströmt worden, und der Seedeich dieses Polders ist dem Meere überlassen.

§. 43. *Der Seeuferbau auf der Insel Walchern* (T. 57. und 63.) bietet uns einen Schauplatz von groſsen Werken dar, den ich i. J. 1800 mit wahrem Interesse gesehen habe. Diese Bauwerke sind an mehreren Stellen des Eylandes zerstreut. 1) Liegen oberhalb Vlissingen drey Pfhalhöfter und zwischen denselben eine gute Steinböschung, längs dem Deiche, s. T. 63. Die Steine sind da swischen Pfahlreihen, die Vierecke bilden, gelegt. Diese Pfähle stehen aber vor den Steinen *nicht* hervor, und sind also zweckmäſsig, wenn gleich sehr kostspielig! 2) Westlich Vlissingen liegen gleichfalls Pfahlhöfter und solide Steindossirungen. Der Leser lernt die Lage dieses Seeuferbaues aus T. 57. kennen. 3) Ausser diesen Seeuferbauwerken — östlich und westlich Vlissingen — enthält die Insel Walchern, welche in vier Wasserbezirke (Waeteringen) eingetheilt ist, ein wichtiges Seeuferbau-Local. a) In der Oost Watering T. 57., die bey dem Fort van Angle angeht, liegen längs dem Seedeiche eine Menge Buschhöfter, und der Deich ist an vielen Stellen mit Stroh bekrampt. b) In der Südwatering sind Pfahlhöfter, Buschbermwerke und Steindossirungen, wie ich eben bemerkte. c) Die Westwatering hat kein Interesse für den Seeuferbau, aber desto gröſser ist dasjenige, welches die vierte Watering, die Vyfambachten genannt, darbietet. Hier liegen nämlich d) *der Seedeich und die Seeuferbauwerke bey Westcappel*, welche des Seeuferbaumeisters Aufmerksamkeit werth sind. Dieses Deiches Länge beträgt 696 rheinl. Ruthen. Dessen Höhe über das Mayfeld ist 20 bis 26 Fuſs. Mit seiner inneren Kronenlinie liegt er 22 Fuſs über die ordinäre Fluth. Dessen äussere Kronenlinie liegt drey Schuh niedriger als die innere. Die schräge Krone ist zwischen 12 und 24 Fuſs breit. Da wo sie nicht zum Wege dient, geht der Deich von der innern Kronenlinie nach einer Böschung fort, so daſs man eigentlich keine Krone bestimmen kann. Die äussere Anlage verhält sich zur Höhe wie $13\frac{1}{2}:1$; die innere wie $1:1$. Also ist die gesammte Basis 310 Schuh breit. Wir dürfen uns indessen über dieses groſse Profil nicht wundern, so bald wir bedenken, daſs der Deich, ausser einer $1\frac{1}{2}$ bis drey Schuh dicken Klaydecke, aus bloſsem feinen Seesand besteht (*), daſs die Wellen mit Heftigkeit auf

(* An einigen Stellen ist die Klaydecke kaum einen Schuh dick. Das Profil, welches ich beschreibe, ist nach der Linie a f bey der Westcappler Windmühle genommen worden. Bey der dünnen Klaydecke leidet die Strohbekrampung c d an Festigkeit, denn solche kann nur in einem fetten Thon- oder Klayboden und nicht in Sand verfertigt werden; diese ist übrigens musterhaft. Auch muſs sie hoch genug hinauf gehen, weil die Wellen die Dossirung mit Seemuscheln bedecken, also das Grafs nicht aufkommt.

den Deich hinaufrollen, weil er allen Seestürmen aus Nordwesten, bloſsgestellt ist. Dieser Seedeich liegt zwischen dem Norder- und Süderstrande, welches Dünen sind, die sich 50 bis 100 Fuſs über das niedrige Meer erheben, und die mit Helm bepflanzt sind (*). Verursachen die Brandungen in der Deichsdossirung oder in dem Norderstrande Einwühlung, wie solche zwischen den Höftern No. 35. und 39. entstanden sind, so wird in denselben eine Packberme, welche man mit Steinen beschwert, gelegt. Entsteht aber nur eine Abschälung der Klaylage auf der Deichsdossirung, so wird eine oder ein paar Lagen Busch aufgepackt, die untern werden mit Wippen befestigt. Ueber die oberste Lage werden Latten gedeckt, längs welchen man kleine Spickpfähle einsetzt; durch deren Kopf wird ein Queerhölzchen, über die Latten hin, geschlagen. Auf diese Weise erhält man eine ebene Oberfläche, die von den Verzäunungen nicht erhalten werden kann, und die Wellen laufen auf dieselbe sanft auf. Da solche Vorkehrungen nur Nothbehelfe sind, so können sie auch mit wenig Kostenaufwand wieder weggenommen werden. Wenn der Sturm vorüber ist, werden die Einwühlungen regelmäſsig mit Klay gefüllt, und die Oberfläche mit Stroh bekrampt.

Die westcappelschen mit Steinen gefüllten Pfahlhöfter, 61 an der Zahl, sind nach einer kostspieligen Methode gebauet. Es sind zweyerley Arten; die groſsen werden Pfahlhöfter, und die kleinen Staketwerke genannt. Von jenen ist ein Theil des Grundrisses in Fig. 1. Tab. 57. und das Profil F. 2. gezeichnet; diese sind im Profil in F. 3. dargestellt. Die Queerpfähle stehen auf acht Fuſs Abstand. Die Seitenpfähle sind 10 bis 12 Zoll stark, 26 Fuſs lang, und stehen 9 bis 10 Fuſs in den Grund. Die Gurtungen sind an diesen mit eisernen Splieſsbolzen befestigt; bey kleinen Höftern auch wohl nur an dem fünften Pfahl und an den übrigen mit hölzernen Nägeln, welches auch dauerhafter ist als mit eisernen. Ich übergehe die Dimensionen, weil alles nach dem Maaſsstabe gezeichnet ist, und ich bemerke, daſs alles Holzwerk Tannen ist; daſs auf dem Strande eine Buschberme gelegt wird, wodurch man die Pfähle treibt, und alsdann die Höfter mit Steinen von 25 bis 150 Pfund schwer ausfüllt. Da wo längs ein solches Höft, die aufrollenden Wellen eine Auswühlung verursachen, wird eine Buschberme gelegt, und Steine darauf wie Fig. 2. zeigt. Jedes Höft besteht aus drey Reihen Pfähle. Auf die laufende Ruthe des Werkes 40 Pfähle gerechnet. An der Spitze liegen die Höfter sechs Schuh über die tägliche Ebbe und an der Wurzel 6 bis 8 Fuſs über die tägliche Fluth, Hier endigen sie sich mit einem schmalen Kistwerk, zwischen welchem und dem Höft eine Oeffnung von vier Fuſs, zum Durchgehen, gelassen ist. Vor ihnen hin liegt ein groſser Steinwall oder Steinböschung, bis auf eine Tiefe von 10 Fuſs beym niedrigen Meer, welche an der Wurzel, da wo sie an das Pfahlhöft anschlieſst, zwey Fuſs über die tägliche Ebbe liegt. Sie sichert die Höfter gegen Unterwaschung; und trägt also zu ihrer Erhal-

(*) Ueber die Veränderung dieser Dünen wird jährlich ein Rapport abgestattet. So haben die Norder Dünen im Jahr 1799 zwey Schuh breit abgenommen.

tung wesentlich bey; deſswegen werden auch sehr schwere steine zu 2. bis 4000 Pfund dazu genommen, und auf ein Bett von Ziegelgraus gelegt. Zwischen den Höftern vor dem Deiche, liegt auch an einigen stellen eine mit steinen bedeckte Buschberme oder Kistwerk, aus Pfählen bestehend, welches mit steinen angefüllt ist, und mit der Deichsdossirung nach einer schräge fortläuft. Im Grundrisse ist dies alles (im Plan T. 57.) ausgedrükt.

Des seewurmes wegen sind bey jedem Haupthöfte an der spitze etwa 400 Pfähle mit eisernen plattköpfigen Nägeln bis zur Fluthhöhe bespickert. Zu 120 laufende schuh werden 1000 Pfund Nägel, deren Kopf ¼ Quadr. Zoll groſs ist, gebraucht, und diese kosten 120 fl. Jedes etwa 60 Ruthen langes Höft hat, wie mir der Aufseher versicherte, 42000 fl. gekostet, welches wohl nicht übertrieben ist. Wir wollen im Durchschnitt die groſsen und kleinen Höfter zu 30000 fl. rechnen, so hat die erste Anlage des seeuferbaues bey Westcappel, die kleinsten Höfter, welche nicht nummerirt sind, auch gerechnet, ohne den seedeich, zwey Millionen Gulden gekostet. Nun bleiben die Pfähle nur 15 Jahre gut, wie oft mögen die werke also nicht seit ihrer ersten Anlage, (sie sind nach und nach von 1740 an gelegt), reparirt worden seyn? Man kann demnach ohne Uebertreibung annehmen, daſs diese Westcappler seewehre vier Millionen Gulden gekostet hat. Das ist doch in der That eine summe, welche mit vorsicht und nach Grundsätzen hätte angewendet werden mögen. Wir müssen auch zur Ehre des Herrn Inspectors Dingemanns erkennen, wie er ein gewisses system bey der Direction der neuen Höfter befolgte. Längs dem seedeiche legte er die Höfter senkrecht auf den Deich; vor dem Norderstrande auf die Ebbe und längs dem süderstrande auf die Fluth (*). Es muſs nähmlich der Umstand angemerkt werden, daſs der Fluthstrom sich gegen das Höft No. 35. auf ein Paar hundert Ruthen Abstand von demselben theilt. Von dieser stelle wendet er sich längs dem seedeiche vor Westcappel, d. i. von Norden nach süden, und auch von südwesten nach Nordosten gegen Domburg (**). Es ist also eines Theils aus dieser Trennung des Fluthstromes und andern Theils aus der Richtung der nördwestlichen seestürme erklärbar, wie die Höfter zwischen No. 30. und 39. vor allen übrigen stark angegriffen werden. Wenn also der Angriff des Fluthstromes auf dieser Ecke bald nach dieser bald nach jener Richtung statt finden muſs, je nachdem die stürme wehen, so dürfte hier ein Parallelwerk von sinkstücken aufzuführen, und mit steinen zu bedecken seyn, welches von der spitze des hölzernen Höftes No. 30. anfienge, und die spitzen aller hölzernen Höfter bis No. 40., jedoch nach einer curve, vereinigte; das zwey Fuſs über die tägliche Fluth hervorragte, allen seestürmen widerstehen könnte, und die Unterhaltung

(*) Ehemahls legte man diese werke theils auf die Ebbe, theils auf die Fluth, jetzt, seit etwa zwanzig Jahren sind aber eilf neue Höfter (von No. 50. angerechnet), welche nicht in T. 57. wegen Mangel des Raumes verzeichnet sind, auf die Ebbe gelegt werden. Sie liegen auf gleichen Abstand wie No. 49. und 50., und haben fast alle die Länge von 50 Ruthen.

(**) Man sehe die genaue Karte von Seeland von Hatinga.

der kostsplitternden hölzernen Höftern unnöthig machen würde (*). Wie kann mit diesen neun Höftern hier viel ausgerichtet werden, da der Strom und die Sturmfluthen so veränderlich sind? Hat auch nicht die Erfahrung hier für diese Parallelwerke entschieden? Die Höfter, der Strand und die Deichsdossirung ist so lange unaufhörlich zerstört worden, bis man zwischen den Höftern Buschbermen und Steinkisten angelegt hat, es ist also nur noch nöthig, diesen ein zweckmäfsiges Profil T. 56. F. 8., eine dauerhafte Construction, S. S. 461. u. s. w. und die nöthige Höhe zu geben. Ja bey einem Local wie dieses, wo der Angriff nach so verschiedenen Richtungen geschieht, und das Seeufer schon eine hervorstehende Ecke bildet; also eine Erhöhung des Wattes, nicht nöthig ist, sondern nur Conservation desselben, würde ich immer Parallelwerke den Höftern vorziehen.

Es bleibt nun noch übrig zu untersuchen, welche Vortheile oder Nachtheile diese hohen Höfter verursachen. Wenn man den Strand nachgeht, so wird man finden, dafs er von einigen Höftern erhöht worden ist. Erwägt man die Lage des Seedeiches, welcher allen hohen Sturmfluthen blofsgestellt ist, so wird es einleuchtend, dafs er bey seiner jetzigen Höhe nicht ohne Höfter bestehen kann, es sey dann, dafs man seine äussere Böschung noch 4 bis 6 Fufs aufhöhete, dieselbe bis zwey Fufs über die ordinäre Fluth mit einer Steinböschung deckte, und längs dem Deichfufs ein Parallelwerk, drey Fufs hoch über die tägliche Fluth anlegte. Doch diese Veränderung ist jetzt wohl nicht mehr anzurathen, sondern eine andere. Die Nachtheile hoher steiler Höfter sind auch hier sichtbar, denn die Wogen branden furchtbar in die Höhe, schlagen die Steine aus den Höftern, greifen diesen ihre Seitenwände an, unterspühlen solche, und machen alsdann Buschsteinbermen, Profil No. 2., nothwendig. Das Holzwerk mufs fast alle 15 bis 20 Jahre erneuert werden; wo will das hinaus? Erwägt man diefs alles, so wird es zweckmäfsig seyn, diejenigen Höfter, welche schadhaft werden, nach der Linie, die an der Spitze 2 Fufs über die Ebbe und an der Wurzel der Werke 2 bis 3 Fufs über die ordinäre Fluth reicht, absägen zu lassen, jedoch dergestalt, dafs die Seiten-Pfahlreihen noch tiefer abgesägt werden, damit man den Höftern eine tonnenrunde Oberfläche geben könne.

§. 44. *Von dem Seeuferbau bey Blankenberg in Flandern* (T. 57.) kann ich folgendes als Resultat einer, 1800 von mir vorgenommenen Localuntersuchung, anmerken. Der Strand zu beyden Seiten von Blankenberg nahm sehr stark ab, und man mufste den gänzlichen Ruin dieses schönen Dorfes und des Seedeiches, welcher eine grofse Landstrecke beschützt, befürchten. Der Herr Inspector Dingemanns zu Vlissingen als Practiker rühmlichst bekannt — wurde um Rath gefragt. Nach seinem Vorschlage sind einige sechzig Höfter perpendiculär auf das Seeufer angelegt. Sie bestehen (nach dem Profil No. 1.) aus einem Faschinenbau, sind oben mit 4 Zäunen nach der Länge ver-

(*) An den mehresten Stellen käme dieses Parallelwerk auf die alten Kistwerke und Buschsteinbermen zu liegen; würde also nicht so sehr kostbar werden.

sehen, und haben eine Krone von 12 Fuſs breit. Ihr Kopf hat eine gute Böschung, aber ihren Seiten fehlt sie, denn diese Seitenböschung verhält sich zur Höhe nur, wie ½ zu 1. Bey einigen Höftern ist die Oberfläche mit Steinen zwischen den Verzäunungen gedeckt, bey weitem aber nicht hinreichend, und jetzt können die Seiten, der geringen Böschung wegen, nicht mit Steinen bedeckt werden. Dieses Besteck und diese Construction ist gewiſs nicht genau nach den Vorschriften des Herrn Dingemanns ausgeführt worden, welcher flächere Böschungen und mehrere Steine angewendet haben würde. Einige von diesen Höftern liegen an der Wurzel bis zur täglichen Fluth, und an der Spitze einen bis zwey Schuh über die Ebbe, andere und die mehresten, liegen aber noch einige Schuh niedriger. Jene habe ich im J. 1800 besser erhalten gefunden als diese. Auch haben die höhern den Strand erhöhet. So hat Z. B. NO. II. als niedrig liegend, den Strand nicht erhöhet. Auch der schlechte Effect von einem Pfahlhöft gegen das Buschsteinhöft NO. 19. zeigt sich bey NO. 17. Diese Höfter beweisen es recht anschaulich, daſs dergleichen Strandwerke, wenn sie Erhöhung des Strandes bewirken soll, gelegt werden müssen, wie bereits oben bestimmt wurde. Da wo die Wellen den Fuſs des Sanddeiches stark angreifen, ist er mit einer Steinberme gedeckt. Dieser Sanddeich ist in NO. V. im Profil dargestellt, er wird mit Helmpflanzungen gut versorgt. Die Höfter sind aber gänzlich vernachläſsigt, und seit sechs Jahren war alle Reparatur unterlassen worden. Sie waren auch (1800) in einem schlechten Zustande, insbesondere die niedrig liegenden. Ohne Zweifel wird das französische Gouvernement sich dergleichen öffentliche Werke mit Ernst annehmen!

§. 55. *Der Seeuferbau bey Ostende* (T. 57. und 63.) bietet uns wieder eine andere Gattung von Bauwerken dar, und er steht mit der Hafenstrasse in Verbindung. Er wird von fünf auf das Seeufer perpendiculär liegenden Pfahlhöftern (T. 63. NO. 1. 2. 3. 4. 5., von einem Steinbau NO. 4. und von dem Seedeiche, welcher Ostende beschützt, gebildet. Die Ansicht dieser Höfter und das Profil (NO. 6.) so wie ein Theil des Plans von dem Seedeiche und dessen Profil ist auf T. 57. dargestellt. An der Spitze der Höfter stehen die Pfähle etwa zehn Schuh über die ordinäre Ebbe hervor, an der Wurzel des Höftes, aber 8 Fuſs über die Fluth. Die Höfter bestehen Fig. 6. T. 57. aus einem Faschinenbau g, durch welchen die Seitenpfähle a a und der Mittelpfahl f gerammt sind. Diese Pfähle a stehen, der Länge nach, 12 bis 24 Zoll weit auseinander, und sind mittelst Gurthölzer c e, durch welche eiserne Bolzen gehen, und mittelst Holben h h untereinander verbunden. Den obern Theil, welcher über das Buschsteinwerk g liegt, wird ein durchsichtiger Holzbau (ouvrage à clairvoie) genannt. Des Höftes NO. 6. T. 63. Profil ist in F. 5. T. 57. dargestellt. Es besteht aus einer Holzverbindung, in welcher die Schooren b d etwa auf sechs Schuh Abstand stehen. Dieser Holzbau ist aber ganz mit Steinen bis zur Fluthhöhe ausgefüllt. Der Seedeich Tab. 63. hat ein starkes Profil, T. 57 F. 9. und er mag groſse Summen gekostet haben. Indessen hängt auch von ihm die Existenz von Ostende ab! Seine

äufsere Böschung stöfst an die vorbeschriebenen Höfter. Sie besteht aus Schwellwerken b l i m Fig. 10., welche auf Pfählen liegen, die im Profil angegeben sind. Zwischen diesen Schwellwerken hatte man die Fächer mit Thonerde ausgefüllt, und darauf Quadersteine, von 2 bis 3 Schuh lang 2 Schuh breit und 1½ Schuh hoch gelegt. Die auflaufenden Wellen — im Profil dargestellt — lösten die Thonerde auf, indem sie in die kleinen Steinfugen eindrangen, und so entstanden kleine Versenkungen, welche wieder gröfsere nach sich zogen. Eine gleiche Beschaffenheit hatte es mit des Deiches Krone, worin die Steine einige Schuhe herunter gesunken waren. *Solche Thon-Unterlagen sind auch ganz zweckwidrig, und sollten nie gebraucht werden.* Keine bessere Unterlage zu grofsen Steinen giebt es nicht, als alter Mauerschutt, zumahl wenn auf demselben noch Tras- oder Cementmörtel ausgebreitet wird (*). Die Zerstörung an einem Theil der Slyker-Schleuse gab dem jetzigen Ingenieur zu Ostende Hrn. Lazan, dieses Material. Er liefs den Mauerschutt auf den Deich bringen, die Steine aufheben, und sie auf dies Unterlager legen. Gut wäre es, wenn die Steinfugen mit Mörtel ausgegossen, und die Steine mehr im Verband gelegt würden; jetzt laufen ihre Fugen nach geraden Linien fort, Fig. 10. bey o, In dieser Figur habe ich auch die Holzverbindung angegeben. Da sie gerade unter das Profil F. 9. gesetzt ist, so bedarf wohl die Construction keiner weitern Erklärung. Nur diefs will ich noch bemerken, dafs bey r Fig. 9. das Wasser des Festungsgrabens anfängt.

Von hohen Sturmfluthen ist dieser Seedeich, welcher etwa 16 bis 18 Fufs über die ordinäre Fluth, die hier 16 Fufs steigt, liegt, sehr heftig angegriffen worden, daher die überlaufenden Wellen auch das Banquet q d Fig. 9. beschädigt haben. Erwägt man, dafs die sehr hohen und verticalen Höfter die Brandungen vermehren, dafs hier der Pfahlwurm in Menge ist, und die Pfähle in 15 Jahren gänzlich, zwischen Fluth und Ebbe, zermalmt, Fig. 8. und endlich, dafs mehrere Pfähle von dem scharfen Seewasser und den Muscheln, die sich an ihnen setzen, abgeschliffen, ausgehölt und aufgelöst werden, welches in der bemerkten 8ten Figur zwischen a c und b d ausgedruckt ist, so scheint nichts übrig zu bleiben, als den obern durchsichtigen Holzbau der Höfter, F. 6. zu abandonniren, das Buschsteinwerk zu erhalten, und dem Deich bey der ersten Hauptreparatur wenigstens eine Böschung zu geben, von welcher sich die Anlage zur Höhe wie 4 zu 1 verhält, denn jetzt ist sie zu steil. Uebrigens mufs ich bemerken, dafs die Höfter den Strand erhöhet haben, welches der Augenschein zeigt, denn südlich, wo keine Höfter liegen, ist er tiefer.

Was nun noch weiter von den Bauwerken bey Ostende zu sagen ist, mufs bis zum Hafenbau aufbewahrt werden.

§. 56. *Der Seeuferbau bey Havre in der Normandie* (T. 57. und 59.) besteht a) aus den drey hölzernen Höftern zwischen Havre und dem Cap de la Heve, welche

(*) Es ist sonderbar genug, warum sich die Hydrotecten dieses trefflichen Materials so selten zum Wasserbau bedienen. Wie öfters können sie dessen nicht von alten Thürmen, Mauern und wüsten Schlössern habhaft werden.

aber kaum des Anführens werth und die auf T. 59. angedeutet sind (*). Ferner aus dem Deiche westlich Havre, genannt Digue de l'heure. Im Allgemeinen kann man festsetzen: — welches auch diese Bauwerke beweisen — dafs der Seeuferbau in Frankreich wenig bekannt ist, und die wahren Grundsätze und zweckmäfsigen Constructionen, nach denen Seeuferbauwerke aufgeführt werden sollten, den französischen Ingenieurs fremd sind. Sie haben auch nur an wenig Stellen das Land gegen die Angriffe des Meeres zu vertheidigen. Nirgend habe ich gehört, dafs man Sinkstücke erwähnt, oder sie gebraucht hätte; eben so wenig kennt man in diesem Lande die befste Construction der Faschinenbauwerke. Diefs Gesagte soll keine Schmälerung des Ruhms oder der Einsichten französischer Ingenieure seyn, denn sobald es auf Brückenbau, auf den Canalbau ankommt, stehen sie unter allen oben an. Ich möchte nur dadurch zeigen, dafs ich schätze, was zu schätzen ist, und nicht zu den blinden Anbetern gehöre, die jedes *Fremde* anstaunen und lobpreisen, während sie das Einheimische herabwürdigen.

Der eigentliche Seeuferbau, den ich bey Havre der Beschreibung werth finde, weil er zur Warnung dient, ist der Deich de l'heure (**) westlich Havre gelegen. (Man sehe T. 59. den Grundrifs von Havre). Auf T. 57. ist dessen Profil gezeichnet. Fast sollte man vermuthen, dafs er eine Nachachmung des Deiches bey Ostende sey, oder ist vielleicht dieser eine Nachahmung von jenem? Dem sey wie ihm wolle, er ist 250 Toisen lang und besteht aus Pfahlreihen, in welchen die Pfähle etwa auf sechs Fufs Abstand stehen. Auf diesen Pfählen sind Holben b, Fig. 4. T. 57. gelegt, und diese bilden also in der Oberfläche lauter Vierecke. Die gesammte Holzverbindung ist bis auf zwey und vier Schuh von der Oberfläche mit Strandkiesel gefüllt, und über diese liegen Quadersteine, wie es im Profil angegeben ist. An dem untern Theil dieses Seedeiches liegt auch ein Pfahlhöft, Pfahl an Pfahl geschlagen, welches mit Kiesel gefüllt ist. Betrachten wir die geringe Böschung dieses Seedeiches, und wie die Quadersteine auf die sehr runden und glatten Strandkiesel gelagert sind, dafs sobald nur die untern Strandkiesel heraus geschlagen werden, die obern gleich nachrollen und mit ihnen die Quadersteine: so ist die erfolgte Destruction dieses Werkes erklärbar. Also soll man *nie bey solchen, eine geringe Böschung habenden Werken, auf runden Strandkieseln grofse Steine lagern.* Zwischen der Seinemündung und der Jahde kenne ich nun keinen wichtigen Seeuferbau, den ich in diesem Werke nicht beschrieben hätte. Längs der französischen Küste ist keiner mehr merkwürdig.

§. 57. *Wichtig ist aber der Seeuferbau im Herzogthum Oldenburg* (T. 57.). Das *Butjadinger - Land*, dessen Seeuferbau ich im Sept. 1798 besucht habe, ist dem Angriffe hoher Sturmfluthen öfters ausgesetzt gewesen. Der Seebusen, die

(*) Sie werden nicht mehr unterhalten.

(**) l'Heure heifst nämlich das Dörfchen, in dessen Nähe er liegt; ich mag ihn also nicht Stunden-Deich verdeutschen.

Jahde genannt, ist selbst von einer solchen Sturmfluth entstanden. Also ist die Anwendung zweckmäſsiger Kunstmittel nothwendig geworden; daher haben es sich auch die Regenten von Oldenburg und Delmenhorst mit besonderer Sorgfalt angelegen seyn lassen, geschickte Männer beym Deichwesen anzustellen. Das Buch, welches folgenden Titel hat: *Oldenburgischer-Deichband*, ist ein Beweis von practischen Einsichten des berühmten Grafen Münich, welcher im Oldenburgischen Deichgraf war, ehe er nach Ruſsland gieng. Hunrichs — dessen Nachfolger — hat uns in seinen Schriften viele practische brauchbare Notizen hinterlassen. Der jetzige Deichgraf, Herr Burmeester ist fähig, seinem Amte zum Beſsten des Staates vorzustehen, also kann das Seeufer erhalten werden, wenn man anders es nicht an den gehörigen Hülfsmitteln fehlen läſst, denn ohne diesen ist alle Kunst und alle Einsichten vergebens.

Von dem Seeuferbau des Butjadinger Landes werde ich nur eine gedrängte Beschreibung liefern, weil jener citirte Deichband mehr Auskunft giebt. Vorzüglich wichtig ist der Meerbusen, die *Jahde*, dessen engstes Profil T. 57. zwischen *Groſswürden* und dem *Jeverschen* Dorfe *Heppens* ist. Dieser Meerbusen versagt nicht nur die Nutzbarkeit eines groſsen Bezirkes, den er einschlieſst, sondern er ist auch für einen beträchtlichen Theil des Oldenburgischen und dem Lande Jevern sehr nachtheilig. 1) Müssen diese Länder einen kostbaren und langen Deich unterhalten und dabey doch weitere Einbrüche von Sturmfluthen befürchten. 2) Oldenburg muſs längs den Ufern der Jahde noch beträchtliche Seeuferbauwerke anlegen und unterhalten. Es entsteht also die Frage: ob es rathsam sey, den innern Theil dieses Meerbusens von der Nordsee abzuschlieſsen, und ihn zu ein nutzbares Eigenthum zu machen. Die Natur scheint uns hier gleichsam die Frage aufzulösen. Seit 1767 nämlich ist der Boden der innern Jahde sehr erhöht worden; insbesondere haben die sogenannten Ober-Ahnschen-Felder an Höhe und Ausdehnung gewonnen; also ist es nicht zu läugnen, daſs hier eine beträchtliche Anschlickung statt hat. Könnte man demnach die eingetretene Fluthmasse, noch länger wie jetzt geschieht, in die innere Jahde zurück halten, so müſste die Erhöhung ihres Bodens schneller erfolgen. Was die Auswässerung des Landes betrifft, so kann sie nie bey einer Erhöhung der Jahde leiden, denn es können ja durch das neue Land neue Entwässerungsgräben gezogen werden. Ich bin daher der Meinung, daſs es sehr vortheilhaft für Oldenburg und Jever ist, wenn die innere Jahde trocken gelegt und zu ein nutzbares Eigenthum, welches sie ehemahls war, gemacht wird. Dieſs dürfte folgendermassen geschehen können. Von dem Flügeldeiche vor Groſs-Würden bis nach dem Deiche vor Heppens, also in der Richtung C B A müſste, von A und C zugleich, ein Werk von Sinkstücken und Faschinenbau aufgeführt werden. In den ersten Jahren bis zur täglichen Ebbe herauf. Alsdann würde es allmählich erhöhet bis zur ordinären Fluth, jedoch so, daſs bey B eine dem Ein- und Ausströmen angemessene Oeffnung bliebe. Stiege das Werk über die Ebbe empor, so müſste dessen äuſsere Böschung mit Steinen, und so wie es höher

gemacht würde, auch weiter mit Steinen beschüttet werden. Von der ordinären Fluthhöhe führte man darauf einen ordentlichen Erddeich, und bedeckte denselben bis zur Sturmfluth mit Steinen. Je nachdem sich der Meerbusen erhöhete, suchte man diese Abdammung in die Höhe zu bringen. Bey B müfste endlich eine grofse Auswässerungsschleuse oder mehrere angelegt werden. Wäre es nöthig, so mahlte man das übrig gebliebene Wasser mit einigen Schöpfmühlen auf einen Sammelbusen, und alle Schwierigkeiten verschwinden. In der That wäre die Ausführung einer solchen grofsen Unternehmung, wie sie Deutschland in der Art bis jetzt nicht aufweisen kann, ein wichtiger Gegenstand, gleichwürdig des Kaisers von Frankreich so wie der französischen Ingenieure!

Von Stollham geht der eigentliche Seeuferbau an und erstreckt sich bis Blexen. Zuerst treffen wir östlich dem Eckwarder- und Stollhammer-Siel, fünf hölzerne Schirmhöfter, ähnlich denen auf T. 56. F. 4. und 5. Sie sind von Hunrichs angelegt. Der Deich gegen Gr. Würden ist mit einer Steinböschung versehen und oberhalb dem Flügeldeiche soll noch ein Schirmhöft f angelegt werden (*). Zwischen diesem Flügeldeiche G D und dem Tossener Weg bey H, ist der Seedeich von 1784 bis 1786 von D nach G und von E nach H zurückgelegt worden. Dieser neue Deich G H hat ein solides Profil. Er liegt 19 Fufs über die ordinäre Fluth, und 17 Fufs über das Mayfeld, dessen Krone beträgt 10 Schuh und dessen Länge 1100 Ruthen; die äussere Böschung, welche aufs sorgfältigste mit kleinen und grofsen Steinen gedeckt ist, hat 5 Fufs; die innere zwey Fufs auf jeden Fufs Höhe, und die Basis ist 129 Fufs. Die Conservation des Flügeldeiches war allerdings nöthig, um den Strom vom Vorlande abzuleiten, und zu diesem Endzweck sind auch wohl die Schirmhöfter bey a b gelegt worden. Doch wie lange sollen diese hölzernen Werke dauern? Es frägt sich nun: ob das vor dem Deich G H liegende Vorland nicht fortgespühlt werden wird? Mir schien es im Abbruch zu seyn, und ich möchte es dem Groden gleich, mit einem Revettement von Faschinen und Steinen gedeckt wissen, wenn ich das Local rein hydrotechnisch betrachte, ohne auf die Deichbaucasse Rücksicht zu nehmen. Am Tossener Weg ist nun der Deich dem Angriff der Sturmfluth gar sehr exponirt, und das Vorland läfst man bis auf eine Breite von vier Ruthen wegreissen, legt dann Faschinenwerke an, und sucht das Ufer mit einer Steinböschung zu erhalten. Die drey Höfter 1. 2. 3. sind jedes etwa 50 funfzig Ruthen lang, und liegen auf 150 Ruthen Abstand, bis zur Höhe des Vorlandes. Auf dem Boden des Wattes sind sie etwa 20 Fufs, in der Krone 10 Fufs breit. Die Krone ist mit Steinen bedeckt. In dem Höft No. 1. stand auch bis auf $\frac{2}{3}$ der Länge eine Pfahlwand, Pfahl an Pfahl. Wenn man die grofse Ausdehnung des Wattes, welches aus Schlick besteht, betrachtet, so ist es wohl keinem Zweifel unterworfen, dafs diese Höfter Erhöhung des Wattes bewirken werden. Eine andere Frage entsteht, ob man sie nicht kürzer und mehrere dafür, hätte anlegen sollen? Ich mei-

(*) Man sehe T. 57. die einzelne Figur, welche im Butjadinger Land gezeichnet ist.

nes Theils bin nicht für lange Höfter, wo die Aufhäufung des Sandes nicht eine schnelle Erhöhung des Strandes möglich machen kann, und man der Sanddeiche wegen nicht die Seewogen so viel als thunlich vom Seedeiche entfernen mufs; auch läfst man ja hier, wie gesagt, das Vorland bis auf eine Breite von 4 Ruthen wegbrechen. Kann man aber, der Kosten wegen, lange Höfter anlegen, und ein grofses Vorland erzeugen, desto besser, nur möchte ich alsdann mehrere kurze Höfter zugleich anlegen, und solche nach Maafsgabe der Erhöhung des Wattes und der Kräfte der Casse, verlängern, um keinen Theil des Seeufers mehr als den andern zu beschützen, dem Abbruch blofs zu stellen, oder hervorstehen zu lassen. Diefs soll kein Tadel seyn, sondern ich glaube nur, die Anwendung von einigen allgemeinen Grundsätzen, die ich aus der Bekanntschaft mit den Seeuferbauwerken Hollands ableitete, machen zu müssen, und das Local könnte ihre Anwendung hier ja widerrathen, welches ich gerne zugebe.

Gegen *Burhave*, zwischen den Deichsstellen III. und II. (T. 57.), fällt der Strom stark auf das Ufer, und die Tiefe soll hier bey der Ebbe über 40 Schuh betragen Auch hier hielt man es für rathsam, mit dem Deich dem Strome zu weichen, und von 1791 bis 1792 wurde der Deich G H nach F zurückgelegt. Zwischen dem neuen und abandonnirten Deich ist die Deicherde gegraben. Um die Deichputten zuzuschlicken, ward eine Oeffnung, welche in dem Plan No. 2. sichtbar ist, in dem alten Deich gestochen. Diesen wollte man also, nachdem er etwas abgeflächt war, als einen Schickfänger, und damit die Wellen nicht in die Deichputten einlaufen sollten, conserviren. Die Conservation sollte mit einer Strohdecke auf die äussere Böschung, und Buschwippen darüber, bewerkstelligt werden. Wenn die Wippen und Pfähle dünne sind und nicht hervorstehen, also den Wellen keinen sonderlichen Widerstand darbieten, und die Strohdecke jährlich erneuert wird, so mag diese Anlage wohl dem Zweck entsprechen. Am Fufs scheint mir ein Steinbusch-Revettement, bis zur ordinären Fluthhöhe, nöthig zu seyn, weil der Strom in der Nähe des Ufers liegt, und der Abbruch, ohne Anwendung der Kunstmittel — so lange die Süderweser nicht von andern natürlichen Ursachen, welche in der Veränderung der Sandplatten bestehen, eine für dieses in Abbruch liegende Ufer bessere Direction erhält — fortdauern mufs. Es sind hier sechs Buschhöfter angelegt worden (*). Das erste Höft ist etwa 150 Fufs lang, hat 14 Fufs Krone, und einen halben Schuh Böschung nach jeder Seite. Von diesem liegt das zweyte 35 Ruthen entfernt. Die Lage dieser Höfter scheint mir zweckmässig, wenn ich auch nur Ursache hätte, mit der Construction zufrieden zu seyn. Die Reifsbündel werden ganz auf einander gepackt, die Wippen sind zu dick und zu kurz, die Pfähle sind zu stark, und die Beschwerung der innern Lagen fehlt; kurz der Faschinenbau ist hier noch nicht hinlänglich gekannt, und wahrscheinlich hatte man

(*) Seit einigen Jahren hat die Norderweser sehr zu- und die Süderweser abgenommen, welches ein glückliches Ereignifs für diese Bauwerke und für das Schartufer ist.

in Abwesenheit des Oberdeichgrafen, als ich die Arbeit sah, dessen Vorschriften nicht befolgt, wie das öfters der Fall ist. Vor dem Kopf einer solchen *Buschschlenge*, wie man es nennt, werden geflochtene Schanzkörbe, 6 Fuſs lang zwey ein halben Fuſs im Durchmesser, nachdem sie mit Erde gefüllt sind, eingeworfen.

Es dürfte zweckmäſsig seyn, die Süderweser hier zuzubauen, weil sich alsdann nicht nur der Strom vom diesem Ufer bis Blexen entfernte, sondern die groſse Sandplatte, welche in der Wesermündung liegt, müſste auch ab- und die Tiefe des Fahrwasser in der Norder-Weser zunehmen. Auch würde, nach Abflächung der groſsen Sandplatten, eine gröſsere Fluthmasse in die Weser einströmen, die das Fahrwasser nicht nur in der Mündung, sondern auch weiter hinauf vertiefen, und welche die nachtheiligen Widerströme, zwischen Blexen und Carlshafen, deren Folge ich erwähnt habe, schwächen müſste. Auf diese Weise könnte sonach die Fahrbarkeit der Weser sehr verbessert werden. Die Stadt Bremen aber dürfte dann nur die Profile gegen und unterhalb der Stadt bis unter Oslephausen zweckmäſsig schmälern, und des Flusses Bahn hydrotechnisch leiten, alsdann wird die *Geschwindigkeit* und *Tiefe* vermehrt, also das Fahrwasser verbessert werden. Um diese Absicht zu erreichen, hat man vor einigen Jahren vor Bremen mit Steinen gefüllte Kästen gelegt, die aber dem Zwecke nicht entsprechen konnten, da sie die Direction des Stromes nur auf eine kurze Zeit verbessern.

§. 58. Zu den Seeuferbauten, welche bloſs gegen den Wellenschlag des wogenden Wassers, nicht aber gegen den Ebbe- und Fluthstrom aufgeführt sind, wird der Ingenieur die am Haarlemer Meere aufgeführten Uferbauten zählen. Die Beschreibung davon habe ich aus dem Holländischen, von dem verewigten Aufseher von Rheinlands Wasserbau-Inspector *Conrad*, übersetzt. Sie lautet so: „Die *ausserordentliche Zunahme* des Haarlemmer-Meeres, vom Jahr 1531 bis 1740 — von 6585 bis zu 19500 Morgen angewachsen, hat die Aufmerksamkeit und Sorgfalt des Gouvernements sowohl als die der Wasserbaukundigen in einem hohen Maaſse beschäftigt. Wie groſs muſs aber nicht die Verwunderung des Lesers seyn, wenn er siehet daſs sie nicht allein durch Einwirkung der Natur, sondern selbst durch *menschliche Unternehmungen bis zu diesem verderblichen Grade gestiegen ist*? Von den Wirkungen der Natur ist sie erstlich, durch Anschlagung der Wellen, die nur selten unwirkthätig, wegen der beständigen Unruhe des Meeres, sind, bewirkt worden. Diese Wellen, mit der geringsten Brandung gepaart, lösen nähmlich die lockernen Stoffen des Ufers auf, und führen sie in die Masse des Meeres hinein. 2) Wird diese Zunahme dadurch befördert, daſs der starke Wind die Oberfläche des Wassers in solchen hohen Wellen bewegt, so daſs die auf den herrschenden Wind liegenden Ufer (de laager wallen) dergestalt angegriffen werden, das ganze Stücke Landes in die Tiefe hinabstürzen. Die dritte Ursache des Abbruchs liegt in den Erhebungen des Eises, wenn die Eisschollen während dem Thauwetter von den herrschenden West- und Südwestwinden, die hier durchgehends bey Thauwetter und als Stürme wehen, auf die Ufer angetrieben werden. Diese Eis-

felder schieben sich dann bis zu einer Höhe von 10 bis 12 Fuſs aufeinander, reissen die locker gewordene Grünschwarte ab, und erleichtern es so dem Wellenschlage, die locker gemachten Ufer abzuschälen; auf diese Weise werden alle, die dem herrschenden Winde entgegenstehenden Ufer, nach dem Maase ihrer Cohäsion, mehr oder weniger abnehmen müssen; daher die groſse Abnahme derer, welche nach Osten und Norden liegen (T. 41). Eine Ursache von der Zunahme des Haarlemmer-Meeres anderer Art besteht darin: daſs in des Meeres Nähe eine Menge von Torfstechereyen (veenen) liegen, von denen mehrere nur durch schmale Dämmchen von ihm getrennt waren. Wenn dann dieselben durchbrachen, so wurden die Veenplätze mit dem Meere vereinigt. Zweytens hat man nicht nur zur Urbarmachung der Ländereyen die Veen- und Kalcherde weggeführt, sondern auch zur Aufführung und Unterhaltung der Kadeiche, die dazu dienen, jeden Polder und Wasserplatz (*) unter sich und von dem Meere abzusondern. Drittens wird dem Meerufer durch das Ausstechen des mit Rohr fest bewachsenen Ufers (der Rietkraagen) seine natürliche Festigkeit benommen. Ja, dieses Rohr auf den Ufern und den binnen Wasserplätzen (binnen Platsen) wachsend, ist eine starke Vertheidigung gegen den Anschlag des Wassers, gegen die Brandung der Wellen und gegen den Andrang der Eisfelder. Viertens hat man, dem ausdrücklichen Verbothe der Staaten, und denen auf den Wasserstaat Rheinlands Beziehung habenden Beschlüssen (keuren van Rheinland) zuwieder, von dem Fuſse des Meerufers Torferde ausgebaggert, und so das Ufer selbst unterhöhlt; ja, aus den Folgen läſst sich schlieſsen: daſs dieses letztere zur Nachtszeit geschehen ist.

Erwägt man nun die *groſse Zunahme* des Haarlemmer Meeres, so ist es nicht zu verwundern, daſs die Direction des Wasserbaues von Rheinland (hoogheemraadschap van Rhynland); daſs das ehemalige Gouvernement von der Provinz Holland, alle Mittel aufzubiethen suchten, um ihr Gränzen zu setzen, insbesondere da das Meer nur mit kleinen Dämmen von den angränzenden — zu Amstelland und dem Stift Utrecht gehörigen Veen-Plätzen abgeschlossen war. Wäre die Vereinigung des Haarlemmer-Meeres und dieser Plätze vor sich gegangen, so würden nicht nur die Busen von Rheinland und Amstelland, die jetzt von einander abgeschlossen sind, vereinigt worden seyn, sondern es wäre auch eine totale Veränderung in dem Wasserstaat dieser beyden Wasserbezirke (waterschaapen) entstanden; ja die Amstel und andere schiffbaren Canäle würden, zum gröſsten Nachtheil der Schifffahrt und des Handels, mit dem Haarlemmer Meer vereinigt seyn.

Insofern die Eindeichung und Austrocknung des Haarlemmer-Meeres ohne Zweifel das sicherste Mittel gewesen seyn würde, allen diesen Übeln Folgen zu begegnen; so

(*) *Plas* oder *Wasserplatz*, nennt man in Holland ein von Torf ausgegrabener und wieder mit Regen- und Binnenwasser angefüllter Bezirk. Solche Wasserplätze werden durch Schöpfmaschinen wieder ausgetrocknet, und ich werde von deren Austrocknung im 2ten Bande handeln; wo sie dann Droogmakereyen (Austrocknungen) heiſsen.

war man auch mehr, als einmal mit der Untersuchung darüber beschäftigt. Unter andern wurden im Jahr 1742 von Rheinlands Wasserbaudirection die Sachverständigen Cruquius und Bolstra beauftragt, diesen wichtigen Plan zu erwägen. Sie herechneten die zur Ausführung nöthigen Kosten, nach dem damaligen Preiſse der Materialien, den man jetzt gewiſs ⅓ höher anschlagen kann, auf eine Summe von 6631232 Gulden. Da aber die Ausführung dieses Vorschlags unterblieb, so waren die Dörfer Leymeuden, Aalsmeer und Sloten (T. 41), woselbst die Zunahme des Meeres am gröſsten ist, genöthigt, ihre Ufer, so weit ihre Kräfte reichten; mittelst Pfahlwerken, Ziegelgraus und Sandstürzungen, gegen das Meer zu vertheidigen, wozu sie ansehnliche Unterstützungen erhielten. Im Jahr 1761 suchten indessen wieder verschiedene Aemter und Polder, längs dem Meer gelegen, um neue Unterstützung nach, und dieses gab dann Gelegenheit, zu einer sorgfältigen hydrotechnischen Untersuchung; ja, im Monat Juny 1766 wurde es verschiedenen Sachkundigen aufgetragen: die zweckmäſsigsten Mittel, nicht nur allein gegen den Anwachs des Meeres, sondern auch gegen seine zerstörende Angriffe, vorzuschlagen. Diese Untersuchung (äuſserst wichtig, da das Meer den Sammelbusen von Rheinland bildet, und also mit dem Wasserstaat von Rheinland in der engsten Verbindung stehet) wurde den Herren Engelmann, Brunings, Bolstra, Klinkenberg, Hania und Goudriaan anvertrauet; Männer, die sich bemüheten, dem ehrenvollen Auftrage vollkommen zu entsprechen. Deswegen legten sie die Vorschläge dar, welche die Vergröſserung des Haarlemmer Meers verhindern, und auf der andern Seite den Wasserstaat von Rheinland verbessern sollten; zwey Gegenstände, die eine innige Beziehung auf einander hatten, und also beyde zugleich in Berathung genommen werden muſsten. Um nun diese wichtige und verwickelte hydrotechnische Aufgabe, die reiflichste und mannigfaltigste Ueberlegung erheischend, in Rücksicht der Austrocknung des Haarlemmer Meeres, dessen Ausleitung (Uitlosing) in die See bey Katwyck und des Wasserstaats von Rheinland, gehörig zu berathen: so vereinigten sie sich einstweilen in einem Rapport vom Nov. 1766 dahin, daſs es nöthig sey, die gefährlichsten Orte gegen fernern Abbruch zu decken, und daſs man bey diesen Bauwerken auch noch auf die etwa zu bewerkstelligende Bedeichung des Meeres Rücksicht nehmen müsse. Die Provinz Holland beschloſs nun unterm 12. März 1767 die nöthigen Kosten, welche auf 800000 Gulden bestimmt wurden, unter der Bedingung herzugeben, wenn Rheinland die Bauwerke allezeit in einem guten Zustand erhalten wollte. Aus den ausführlichen Memoiren, von den oben genannten Sachkundigen verfaſst, sieht man: daſs ihre Vorschläge wegen radicaler Verbesserung des Haarlemmer Meers untereinander merklich abwichen, wenn sie gleich darüber einig sind, daſs diese Verbesserung zugleich den vortheilhaften Zustand des gesammten Wasserstaats von Rheinland bewirken müsse. Einige setzen diese Verbesserung in einer neuen auswässernden Seeschleuse bey Katwyck, verbunden mit einem Vorbusen bey Spaarndam; andere glaubten sie in der Verbesserung der gegenwärtigen Auswässerung, durch

eine schleuse bey Halfwege und eine andere beym *Pennigsveer*"; die letztere ist jetzt ausgeführt, und hat den Zuflufs nach den spaarndamschen schleusen erleichtert. „Sey es nun, dafs diese verschiedenen Meinungen, oder dafs die grofsen, zur Ausführung des Projects, nöthigen Summen abschreckten, genug, man begnügte sich mit der provisionellen Sicherung des Meerufers, welche, je nachdem die Nothwendigkeit es erheischte, in Ausführung gebracht wurde. Da ich nun den Endzweck dieser Meerwerke entwickelt habe, so will ich zu der Beschreibung ihrer Construction übergehen. Mein Augenmerk ist keineswegs eine detaillirte Beschreibung der ältern Bauart, womit man durch Sandeinstürzen ohne Pfahlwerk, und nacher mit einer einzelnen Pfahlreihe, vor der man Rohr, Buschwerk und Ziegelgraus aufpackte, und vor welcher Sand eingestürzt wurde, zu geben; sondern ich will die gegenwärtige Methode, den besten Erfolg leistend, darstellen. Zu diesem Ende wird es nöthig seyn: die Bestandtheile des Bodens längs diesem Ufer, so wie sie durch Grundbohrungen gefunden sind, zu beschreiben, um daraus diejenigen Vorsichtsmafsregeln einzusehen, welche bey der Anlage dieser Werke befolgt werden müssen. So fand man bey der Leymeuder Kirchfahrt, auf die Tiefe von 2½ Fufs, Erde, dann 8′ Moor, 4′ Darry, und alsdann, auf 16 Fufs unter dem Amsterdammer Pegel, Klay. Bey der Fahrt von Aalsmeer, wo das Land 16″ unter dem Amsterdammer Pegel liegt, findet man zuerst 2′ Erde, dann 10½ Moor, jetzt 11½ Fufs Klay und endlich Sand. Fünfzehn Ruthen von dem Ufer war die Tiefe, bey einer Wasserhöhe von 2′ unter dem Amsterdammer Pegel, 6½, 7, 8 und 9 Fufs. Der Boden des Meeres bestand aus festem, dann aus lockerem Grunde. Hundert Ruthen vom Ufer hetrug die Tiefe 10 Fufs, und der Meeresboden war loser Grund und weiche Klayerde. Unter dem Rykeroort fand man 3 Fufs Erde, 6 bis 7′ Torf, auf 10 bis 11 Fufs gute Klayerde, und die Meerestiefe betrug (40 Ruthen vom Ufer, woselbst Dary Grund war) 7 bis 8 Fufs. Unterhalb Nieuwekerk wurde 1 und 1½ Fufs Erde und dann, bis 15 Fufs unter dem Amsterdammer Pegel, Klay gefunden. Aus der Beschaffenheit dieses Bodens und der vorbeschriebenen Localität des Meerufers, wird sich nun von selbst ergeben: dafs die zur Beschützung des Ufers anzulegenden Werke folgenden Absichten entsprechen müssen. 1) Sollen sie stark genug seyn, um der Wuth des Meeres zu widerstehen. 2) Müssen sie an ihrer vordern Seite so dicht seyn, damit der loose Torfgrund, welcher vom Wasser leicht aufgelöfst wird, nicht ausgespühlt werden kann, und damit 3) das Holzwerk die mehrste Zeit über nafs bleibt, und nicht von der Luft verzehrt werde; damit dasselbe von den Wellen, und von dem Eise nicht so heftig angegriffen werden möge: so ist es nöthig, die Höhe der Bauwerke nach diesen Absichten zu bestimmen.

Die Construction der Haarlemmer Meerwerke besteht darin, dafs sie aus einer in den festen Grund geschlagenen, zu beyden Seiten mit Gurthölzern (Gording), Tab. 50. Fig. 2., versehenen Pfahlreihe *a a*, wohinter die äussere Dossirung des Deiches mit grofsen Ballaststeinen belegt ist, gemacht sind. Die besondern Rücksichten, worauf

man bey der Anlage zu achten hatte, waren diese: Sobald die Länge und Richtung des aufzuführenden Werkes, nach der Localität des zu sichernden Ufers, bestimmt war, wobey man gewöhnlich aufserhalb dem Pfahlwerk so viel Grund abzuschliefsen sucht, als man zur Aufführung des Deiches nöthig hat, wurde das Werk mit den Hauptpfählen *c c c*, welche unten gespitzt und oben auf eine Länge von 5 Fuſs behauen sind, angefangen. Sie kamen von Mitte zu Mitte 4 Fuſs auseinander und erhielten auf den Fuſs 3 bis 4 Zoll schräge. Sie bestehen aus ganzen Kieffern 26 bis 28′ lang, sind auf den Köpfen 8 bis 10″ ins Gevierte stark (wir bedienen uns hier des Amsterdammer Holzmaaſses) und diese Köpfe werden bis zu 10″ unter dem Amsterdammer Pegel eingerammt, welche Höhe mit dem gewöhnlichen Winterwasser übereinkömmt. Diese Hauptpfähle werden durch Gurthölzer *b b* auf beyden Seiten miteinander, vermittelst eisernen Spitzbolzen, die nach der innern Seite mit 8 Zoll langen Splicsen geschlofsen werden, und die 1½ Zoll dick sind, verbunden, jedes Gurtholz ist 30 Fuſs lang, und das vordere wird in den Hauptpfahl dergestalt eingelassen, daſs zwischen beyden Gurthölzern 7½ Zoll übrig bleibt; die Laschen werden wenigstens 14 Zoll lang gemacht, und fallen zwischen die Hauptpfähle; das äuſsere Gurtholz ist 7 bis 9″ und das innere 6 bis 8″ stark. Diese beyden horizontalen Gurthölzer kommen mit ihrer oberen Kante a vier Zoll unter den Amsterdammer Pegel (daſs ist die ordinäre Meerhöhe im Sommer). Sobald die Hauptpfähle eingerammt, und die Verbindung, mit den Gurthölzern bewerkstelligt ist, werden die 24 bis 26′ lange Zwischenpfähle *d d*, auf die Höhe der Hauptpfähle eingeschlagen; damit sie aber genau aneinander passen, wird der obere Theil auf 5′ behauen. Solcher Pfähle kommen zwischen zwey Hauptpfählen gewöhnlich 4 bis 5 Stück zu stehen. An der äuſseren Seite des Pfahlwerks wird das Terrain und zwar oben 30 auf dem Boden 27′, zu 7′ Tiefe, ausgegraben. Dieser Wassergraben dient auch zugleich zum Ein- und Ausfahren der Schiffe, welche die Materialien bringen; die daraus genommene Erde wird zur Ausfüllung des mit Gräben und Rissen durchschnittenen Terrains, worauf der Deich gelegt werden soll, gebraucht. Der innere Graben *c i h g* Fig. 3., woraus die Erde zur Aufführung des Deiches gebraucht wird, wird mit Steingraus und Steinschutt wieder ausgefüllt. Die Dimensionen und Formen des Deiches sind aus der Zeichnung zu ersehen. Aus dem hintern Dykslot (Graben) wird die Deicherde genommen, und diese wird in 2′ dicken Lagen aufgekarrt; die beste Deichspeise wird in der äuſsern Dossirung gebraucht. Die Krone, die Binnendossirung und die Berm werden mit 12″ im Gevierte groſsen Grassoden, im Verbande, aufgesetzt, die äussere Dossirung wird alsdann noch mit einer Lage groben Ziegelgrauses *h i k*, auf das wenigste 1½ Fuſs dick und 16′ breit, belegt, und hierauf werden dann die Dornicker-Steine, auf eine Breite von 12 Fuſs, so regelmäſsig, als möglich, 6 bis 8 Zoll dick aufgesetzt; ihre Zwischenräume werden noch mit kleinen Steinen sorgfältig ausgefüllt, und alsdann wird der obere Theil *m* der Dossirung mit dem gröbsten Steingrause beschüttet. Nachdem das

werk vollendet ist, wird der äuſsere Graben, dessen wir unten erwähnten, mit dem Sande A, zwischen welchen man auch noch Ziegelgraus stürzt, angefüllet. Auf diese Weise setzt man also dem Haarlemmer-Meer Schranken, und wenn gleich jede Längenruthe 280 bis 300 Gulden kostet, so muſs man doch zugleich auf die Dauer des Werkes sehen, und darf keine leichtere Construction dieser sehr guten vorziehen. Vom Jahr 1766 bis 1797 haben diese Uferbauwerke anzulegen 808374 Gulden, und ihre Unterhaltung die Summe von 471037 Gulden gekostet.

§. 59. Die *neuesten Versuche* um den Uferbau am Haarlemer zu verbessern, bestanden darin, daſs man im Jahr 1771 die Fächer zwischen den beschriebenen Hauptpfählen und den Gurthölzern mit erlenen Rundpfählen *x x* F. 5. (Flse slieten) von 3 bis 4 Zoll im Durchmesser (man nannte ein solches Werk *Slietwerk*) ausrammte. Die Erfahrung lehrte aber, daſs ein solches Bauwerk, wegen den Zwischenräumen, die es läſst, dem Ufer Gelegenheit gab, sich abzutrennen, und so wurde denn die äuſsere Dossirung des gesammten Werkes sehr oft schadhaft. In dieser Hinsicht hat man im vorgenannten Jahr das erste Pfahlwerk in Nro. 34., so wie wir es beschrieben haben, aufgeführt. Auch ist ehemals vor jedem Hauptpfahl ein schräger Eispfahl in den festen Grund eingerammt, und mit dem Hauptpfahl, vermittelst eines eisernen Spitzbolzens, verbunden worden; seitdem aber die Werke nicht mehr so hoch, als ehemals angelegt werden, und das Eis vorzüglich auf die Steindossirung hinaufgeschoben wird, sind diese Eispfähle nicht mehr nöthig. Die Unterhaltung dieser wichtigen Werke, so kostbar für die ehemalige Provinz Holland und für Rheinland insbesondere, hat man seit einiger Zeit mit ganz vorzüglicher Aufmerksamkeit behandelt, und es sind im Jahr 1797 Versuche angestellt worden, um wo möglich Kosten zu ersparen, Zu diesem Ende sind anstatt der Steingrausanfüllung *n* (Fig. 4.) trockene Torfstücke *o o* dicht aufeinander im Verbande, und zwar bis zur Höhe des inneren Gurtholzes, wenn zuvor der Steingraus, so tief als möglich, unter Wasser aufgeräumt war, aufgesetzt worden, und über dieses Torflagen hat man die Dossirung wieder hergestellt, und mit groſsen Steinen bedeckt. Auf diese Weise sollte dem Versenken der alten Slietwerke begegnet werden. Man glaubt nämlich, daſs die aufgesetzten Torfe, sobald sie das Wasser eingesogen haben, eine gröſsere Dichtigkeit erhalten. So ist nun ein Theil der alten Werke wieder hergestellt worden. Um indessen einen genugthuenden Versuch zu machen, ist hinter einem neuen Pfahlwerke (nach vorhergegangener Ausschöpfung des inneren Grabens) der Torf bis zu 5′ unter den Pfahlköpfen aufgesetzt; an einer andern Stelle (Fig. 6. und 7.) hat man versucht, diesen alten schadhaften Slietwerken dadurch eine gröſsere Zweckmäſsigkeit und Dauer zu geben, daſs längst den inneren Gurthölzern eine Spundwand eingerammt (eene Rey sponningplanken) und das alte Werk unberührt gelassen wurde. Bey der Ausführung dieses letzten Versuches hat die Er-

fahrung bewiesen, dafs die Planken durch den alten feinen Steingraus und Sand zu einer hinreichenden Tiefe eingerammt werden können."

§. 60. *Von den Wasserbauwerken, die zur Erhaltung des Hamburger Amtes Rüzebüttel und zur Sicherung, so zur Bequemlichkeit des Hafens Cuxhafen, den ich im August* 1798 *besichtigte, angelegt sind* (T. 48.), will ich jetzt eine kurze Darstellung liefern. Unter allen in Deutschland, gegen die See, aufgeführten Wasserbauten sind die bey Rizebüttel wohl die wichtigsten. Wichtig in Rücksicht des Zweckes und der verschiedenen Bauarten wegen; wichtig um der Versuche willen, die von mangelhaften Einsichten erzeugt wurden.

Da der Hafen Cuxhafen (dessen Mündung hat bey der Fluth nach dem innern zu, 20 — 16 — 14 und 12 Fufs, oberhalb der Schleuse aber 9 Fufs Tiefe) zwar nicht grofs ist, aber doch einen sichern Zufluchtsort für Kauffahrtheyschiffe abgiebt: so ist er für Hamburgs Handel und in Rücksicht der nahen Rhede wichtig; daher hat denn auch der Magistrat, und unter diesem die Stackdeputation, die den Hamburgischen Wasserbaue dirigirte, zu seiner Sicherheit mit rühmlichen Eifer zweckmässige Vorschläge ergriffen, und geschah es wohl ehemals: dafs die Männer, denen der Wasserbau anvertraut war, sich weit von dem rechten Wege entfernten, so kann man doch, wenn man billig seyn will, nicht der Deputation die Schuld beymessen. Ist es ja fast überall nicht besser gegangen, da man die Wasserbaukunde nicht für eine Wissenschaft hielt, und fast immer nur die Anfangsgründe einiger Zweige derselben für hinreichend ansah: um in Praxis Wunder zu thun.

Wenn wir die Karte (T. 48.) mit einiger Aufmerksamkeit analysiren, so werden wir gewahr, dafs der Hafen (durch das Watt gehend, um dem Strome nahe zu seyn) nicht bestehen kann, wenn nicht zugleich das gesammte Ufer gegen fernern Abbruch gedeckt ist. Mit der Existenz des Hafens ist also auch zugleich die Beschützung des Ufers und Deiches verbunden, und könnte dieses Ufer wohl, wenn auch der Hafen nicht existirte, ohne Kunstmittel den Sturmfluthen widerstehen, da das Watt immer heftiger angegriffen worden wäre, je weiter sich die nordwestliche Ecke, worauf die *Kugelbaake* steht, dem Deiche genähert hätte? Es sind also *gewisse feste Puncte*, die der Ingenieur hier, wie bey jedem wichtigen Bau, aufsuchen mufs, worauf er dann seine Sorgfalt zu verwenden hat. Doch wir wollen uns jetzt mit dem Local näher bekannt machen. Die ordinäre Fluth steigt hier weit höher, als an der holländischen Küste, nämlich 9 , 1 Fufs rheinländisch oder 9 , 98 Hamburger; die mittlere Dauer der Fluth ist, 5 Stunden 40 Minuten, und der Ebbe 6 Stunden 45 Minuten; die Springfluth steigt 12 Hamburger Fufs. Soll ich den Geschwindigkeitsmessungen, die auf einer vor mir liegenden genau aufgenommenen und gezeichneten Karte eingeschrieben sind, Glauben beymessen; so war die Geschwindigkeit des Fluthstromes gegen die Linie III. = 4 , 05 Fufs Hamburger; gegen No. V. aber (wegen der Norderplatte, die jetzt nicht mehr existirt, welche ehemals

den Strom in die Norder- oder Süder-Elbe oder in das Alte- und Neue-Fahrwasser (jenes auch das südliche dieses das nördliche genannt) theilte; welche also das Bett einengte = 4, 45 Fuſs. Des Ebbestromes Geschwindigkeit war hier = 6 und dort = 5, 78 Fuſs und zwar in der Mitte des *Alten-* oder *südlichen-Fahrwasser.*

Die vor mir liegenden Tiefenmessungen (zwischen 1786 und 89) geben in der Peillinie No. 1. die Tiefen (zur Fluthzeit) von der *Kugelbaake* an bis auf 4500 Fuſs in den Strom hinein 24¾ bis 45¼ Fuſs. Der Boden besteht erst aus harten bläulichten schwarzen Schlamm und Sand, dann aus harten weiſsen Sande. 2) In der Linie II. beträgt die Tiefe bis auf 3000 Fuſs vom Watt, 13 bis 40 Fuſs. Der Boden besteht aus einem Gemische von Schlamm, dann aus gelbem Thon und Sand. 3) In der Linie No. III. ist die Tiefe, bis auf 2500 Entfernung vom Watt, 22½ bis 46 Fuſs; der Boden besteht da aus schwarzer Klayerde, dann aus Sand und Schlamm. 4) Die Tiefe wechselt in der Linie IV. von 12 bis 41 Fuſs ab. 5) Gibt die Messung in der Linie V., von der Wurzel des Grodenstacks bis zur Wattgränze, eine Tiefe von 6¾ bis 6 Fuſs, und nachher von 34 bis 59 Fuſs, wo sie endlich wieder zur Nordplatte, auf der sie 10 Fuſs betrug, abnahm. Diese Platte ist von dem Ebbestrom weggetrieben.

Aus den in der ersten Auflage mitgetheilten Beobachtungen sehen wir: 1) Daſs (da die Geschwindigkeiten des Ebbe- und Fluthstromes in der Oberfläche groſs sind) in den Strom hineingelegte Werke nicht nur nicht viel leiden müſsten, sondern daſs sie das Watt nicht vergröſsern würden, sie möchten dann sehr nahe aufeinander folgen. 2) Daſs die herrschenden Seewinde, welche Sturmfluthen erzeugen, und die hier zwischen Südwest und Norden blasen, also in West-Nord-West fallen, für den gesammten Rizebüttler-Deich, insbesondere aber für die Werke der Kugelbaake, des Hafens und für die östlichen Werke, äusserst nachtheilig sind. Es ist demnach die Kugelbaake und der Steinmarmer-Deich sehr wichtig für die Existenz des Hafens und des gesammten Ufers. 3) Sehen wir, aus den Angaben der Tiefen und des Grundes, daſs die Schiffe in der Nähe des Hafens ein bequemes Fahrwasser und einen guten Ankergrund finden.

Der allgemeine Zweck von den dortigen Bauwerken besteht: in der Erhaltung des Wattes, der Beschützung des Hafens und des Ufers, so wie der Deiche. Die daselbst liegenden Werke schwächen einestheils den über das Watt flieſsenden Strom, also dessen Angriff; und anderntheils mäſsigen sie die Gewalt der Sturmfluthen, und machen sie weniger schädlich. *Solche Hauptwerke* finden wir nun in der *Kugelbaake*, in den *Werken des Hafens*, im *Osterhörner-* und *Grodenstack*, worunter auch noch das *Parabelwerk* und die davor liegenden *Flügelstacken* gezählt werden können. Wer demnach eine vollständige raisonnirende Darstellung dieses Locals geben wollte, der würde zu erörtern haben, ob alle diese Defensionswerke nahe genug aneinander liegen? ob nicht von der Spitze des *Schlengelwerkes*, von der Ecke E der *Steinkisten*, ob nicht

zwischen dem *osterhörner-* und *Grodenstack* neue werke perpendiculär auf die Grenzlinie des wattes und bis zu dieser Linie reichend, anzulegen wären?

Die zwote Gattung von werken bestehen in *uferbefestigungen* und *Parallelwerken*, wobey der Natur, welche die ufer von grofsen strömen in sanften curven bildet, gefolgt ist. So bilden die *sinusböschung*, das *Parallel-* und *Parabelwerk* eine solche krumme Linie. Auch sind die Deiche nicht nur von diesen Parallelwerken, sondern auch von tüchtigen steindossirungen gedeckt, so dafs sie, wenn die sturmfluthen nicht über sie hinstürzen, jeglicher Gefahr bestehen können.

Ehemahls bauete man hier eine Menge werke mit blofsem Busch auf das watt, als z. B. in x x, y y. Die zwischen y y wurden *quincunxen* genannt; ihre zahl belief sich, von der Kugelbaake bis oberhalb dem Grodenstak, auf mehr als fünfzig stück. Im Grunde waren sie von Faschinen gemacht; auf diesen lag eine lose Buschschichte, worauf dann wieder Faschinen gelegt wurden. Durch diese trieb man auf 5′ Abstand grofse Pfähle (6 zoll im Durchmesser strark), ein, welche mittelst Bretter verbunden wurden. Diese nach einer so mangelhaften construction aufgeführten Bauten konnten kein solides werk formiren; ein satz, dem der Leser sogleich beypflichten wird, wenn er sich an dasjenige erinnert, dafs der Faschinenbau mit sorgfalt in Anwendung gebracht werden mufs. Solche so construirten werke widerstanden dem wellenschlag auch nicht lange; sie wurden bald zerstört, wenn man sie nicht alljährlich ausbesserte! Bey dieser Gelegenheit wird es also nicht überflüssig seyn, nochmahls zu bemerken: dafs die blofsen Faschinenwerke, im seewasser oder auch im gemischten wasser, nicht dauern können, zumahl da sie täglich trocken und nafs werden. Es leuchtet also ein, dafs man selbst *gut construirte Faschinenwerke* mit steinen, in minder gefährlichen stellen aber mit Klaysoden bedecken müsse, wenn sie beym seebau und in den untern Flüssen reelle Dienste leisten sollen. Diese so schlecht gebauten Faschinenhöfter und die heillosen Quincunxen, die in der Kreuz und der Queer lagen, welche der stadt Hamburg unermefsliche summen gekostet haben, von denen keine spur mehr anzutreffen ist; hätten sie nicht die ueberzeugung geben sollen, dafs man *nirgend* auf solche und ähnliche weise mit blofsen, noch dazu elend construirten, Buschhöftern bauen dürfe? Ist es Mangel an Erfahrung oder ist es Eigensinn, oder was liegt zum Grunde, dafs man noch gegenwärtig in einigen Gegenden an der Nordsee fast eben solche Buschhöfter aus kurzen Faschinen, schlecht gebundenen wippen und weit auseinander geschlagenen Pfählen steil aufbauet? Sind Höfter nöthig, warum belegt man sie nicht mit steinen, giebt ihrer oberfläche nicht eine runde Form, und wendet mit einmahl eine summe zweckmäfsig an, die in wenig Jahren vergeudet ist? Welche Dauer können solche fehlerhaft gemachten werke wohl versprechen? O! es ist in einem hohen Grade ärgerlich, wenn man das Geld so nutzlos anwengen sieht, als es bey blofsen hölzernen Höftern, Busch-stacken (auf den watten liegend) angewandt wird. Welche summen hätte die stadt Hamburg nicht

erspart, wenn schon vor sechzig Jahren — Busch-steinhöfter, wie die am Helder, bey s'Gravesande und Petten sind, perpendiculär auf die Gränzlinie des Wattes, und zwar von dem Deichfuſse an bis zu dem Ende des Wattes und so construirte Parallelwerke aufgeführt worden wären? In welchem Zustande würde dann nicht der Ritzebüttler Bau seyn? Ist das Watt vermittelst den Buschhöftern etwas auf eine Zeitlang erhöhet worden (Tetens Briefe 436) um wie viel gröſser hätte dessen Erhöhung, von dauerhaften, allem Angriff der Wellen und des Fluthstromes widerstehenden Buschsteinhöftern, nicht bewerkstelligt werden können? Doch ich komme zu der *Beschreibung der bey Cuxhafen vorhandenen Werke.* Folgende Uebersicht wird eine solche Analyse erleichtern.

Uebersicht der Ritzebütteler Bauwerke, in Beziehung auf Tab. 48.

Benennung der Werke.	Erbauungsjahr.	Länge in hamburger Fuſs.	Liegen über die ordinäre Fluth hamburger Fuſs.
Die Kugelbaake	unbekannt	1800	5 bis 6
Der Busch-steindamm	1782		3 (*)
— Schlickdamm	1786 (*)	640 (*)	$4\frac{1}{2}$ (*)
Die Sinusböschung	nach 1786	2700	$4\frac{1}{2}$
— Ziegelböschung	89 90 und 93	540	
— Felsenböschung	87 und 92	1080	$5\frac{1}{2}$
Das Parallel- und Parabelwerk .	89 und 90	2520	
— Stack- oder Felsenstack . .	1787 (*)		
— Schlengelwerk	in den 70 Jahren (*)	3222	$2\frac{3}{4}$
Die Werke, welche die alte Liebe ausmachen	unbekannt	1800 (*)	8
— Steinkisten	1748	2502	3
— Felsenböschung	vor etwa 60 Jahren	1548	
Das Osterhörner Stack	17, 53 und 56	600 (*)	etwa 8 im Mittel.
Die Steinböschung am Neuenfelder Deich	90 und 92	7100	4
Das Grodenstack	1793	900	an der Wurzel der ordinären Fluth gleich an der Spitze 10 Fuſs darunter.
— Neue-Hafenhöft A B	95 und 96	200 (*)	8 (*)
Die Spanische-Wand	unbekannt	550 (*)	7 (*)
— perpendiculären Strandwerke No. 1.	1792 (*)	300 (*)	an der Wurzel der Fluth und an der Spitze der Ebbe gleich.
No. 2.	1794	300	
No. 3. sollte, wenn ich nicht irre, noch 1798 aufgeführt werden.	1798	300 (*)	

Anmerk. Alle mit (*) bezeichneten Angaben kann ich nicht für ganz genau ausgeben, ungeachtet sie sich wenig von der stricten Wahrheit entfernen werden.

§. 61. *Die Darstellung der einzelnen Bauwerke,* glaube ich nach meiner 1798 eingenommenen Localkenntniſs so beschreiben zu müssen. 1) Die Werke, welche das Seezeichen (genannt die *Kugelbaake*) umschlieſsen, sind für den gesammten Rizebüttler-

Bau wichtig, weil sie von dem nordwestlichen Watt den Angriff der Wellen und der Sturmfluthen, die mit den heftigsten Seewinden anrollen, abhalten müssen. Dieser Rücksicht wegen ist die Kugelbaake im Jahr 1782 mit dem Seeufer vor dem Steinmarner-Deich mittelst eines Buschsteindammes (auf der Karte *Steinböschung* genannt) zusammen gehangen. Dieses von dem Ingenieur Zittig aufgeführte Werk ist für das gesammte Watt (westlich Cuxhafen) von dem besten Erfolge gewesen, da die Fluth, nachdem sie da liegt, nicht mehr zwischen dem Steinmarmer-Deich und der Kugelbaake einströmen kann. 2) Die nördliche und südliche Wand der Kugelbaake besteht aus eingeschlagenen Dielen, zu beyden Seiten mit eingerammten Pfählen. Der Zwischenraum ist mit Steingrand gefüllt. Diesen Bau nennt man hier *Kribbwände*. Am Strom steht ein Pfahlwerk von starken Pfählen, das dort eine *Pilotage* genannt wird; die Zwischenräume sind mit großen Steinen gefüllt. Vor dieser Pilotage liegen Steinstürzungen, die schräge bis 4′ unter der Ebbe laufen; man nennt sie dort *Felsenflügel*. 3) Die *Sinusfelsenböschung* von A angehend, welche nicht nur das Vorland beschützt, sondern die auch zugleich den Deich deckt, ist äusserst zweckmässig construirt. Ein Faschinenbau ist mit Ziegelgraus beschüttet, und dann sind große Steine aufgesetzt; unten und oben ist dieses Werk mit einer Reihe kleiner Pfähle eingefaßt. Die Arbeit wird folgender Gestalt bewerkstelligt. Der untere Pfahl steht um die Fluthhöhe niedriger als der obere (also um 9, 1 Fuß rheinländisch) und beyde Pfähle sind 3′ entfernt. So bald diese Pfähle eingeschlagen sind, wird die Curve von der Oberfläche nach einem hölzernen Chablon (oder nach mehreren Chablonstücken, die zusammengefügt und auf die Pfahlköpfe gesetzt werden, bestimmt, und nach diesen werden die Steine so regelmäßig als möglich gelegt. Von 6 zu 6 Fuß muß man das Chablon wenigstens während der Arbeit aufsetzen, um sich darnach beym Steinlegen richten zu können. 4) Zwischen dieser Sinusböschung und der Kugelbaake liegt ein von *Schlick* aufgeführter Deich (*Schlickdeich*) genannt, der mit frischem Stroh bekrampt ist. Da derselbe keinen sonderlichen Wellenschlag auszuhalten hat, so kann er durch alljährliche erneuerte Bekrampung erhalten werden. Sein Fuß hat, wenn ich mich nicht irre, ein Stein-Revettement vor sich. 5) Zu der dort liegenden *Ziegelböschung* ist das Ufer nach einer geraden Linie abgestochen, dann sind die Ziegel a b auf die Klayerde gesetzt, so wie dieß gezeichnet ist. Die unterste Schichte ist gegen eine Fußdiele b gestützt, und oberhalb der Ziegelböschung liegt ein mit Stroh bekramptes Schlickdämmchen, welches die hohe Fluth vom Vorlande abhält. 6) Die *Felsenböschung* ist so construirt, wie es das Profil (T. 48.), von der *Steinböschung* zeigt. Man hat diese Steinböschung mit Ziegelgraus (Schutt von alten Mauern, Wrack und Abfall auf Ziegelbrennereyen, Steingrand und Kiesel) in einer Lage von 1 Fuß dick beworfen; dann eichene Pfähle, 6 bis 7 Fuß lang, 5 bis 6 Zoll im Durchmesser dick, so eingerammt, daß sie im Lichten 12 Zoll von einander und 2 Fuß über das Ziegelgraus hervor stehen; dann sind aber die großen Steine regelmäßig

aufgesetzt. 7) Weil die Dossirung ungefähr 2 Fuſs über das grüne Vorland hervorragte, welches zum Schutz gegen Wellenschlag nothwendig ist, so sind hin und wieder Oeffnungen (solche sind im *Parabelwerk* in o o angedeutet) gemacht worden, durch welche das Wasser ablaufen kann, wenn das Vorland überschwemmt worden ist.

Wir kommen jetzt zu dem *Parallel-* und dem *Parabelwerk*, welche in Büchs Uebersicht des Wasserbaues (s. B. I. S. 131 u. 239) beschrieben sind. Der Vollständigkeit wegen werde ich diese Beschreibung entlehnen, und darin auf die Zeichnung (T. 48.) verweisen. „Eine dichte Pfahlwand a b ist eingeschlagen; die Pfähle 12 bis 15″ dick, 15 bis 19′ lang, an zwey Seiten nach der Schnur beschlagen, und weil einige Pfähle dicker, andere schwächer sind, so sind sie so an einander gerammt, daſs die Wand an der Rückseite eine ebene Fläche bildet, d. i. an der Rückseite treten die stärkern Pfähle nicht mehr als die schwächern hervor, und liegen alle an zwey Riegelhölzer c, platt an. Der obere Riegel 2′ niedriger als die Kopfplatte der Pfähle; der untere 1 bis 2′ unter dem Wattgrunde, so weit es füglich geschehen kann, ohne Zulauf des Wassers und Schlammes. Durch den obern Riegel bekommt ein Pfahl um den andern, durch den untern jeder dritte Pfahl einen gehackten Spitzbolzen. So ist die Wand fertig, die 6′ über die tägliche Fluth 9 bis 10′ über dem Wattgrunde hervor steht, der hinterwärts nachher aufgeschlämmt und zum Theil schon begrünet ist, an der äussern Seite aber etwas abgenommen hat. Weil die Wand in bloſsen Sandgrund eingerammt worden, so würde eine einzige Sturmfluth sie erschüttern, losspühlen, und übern Haufen werfen, wenn nichts weiter geschehen wäre. Dieſs zu verhindern, ward der untere Flügel mit Steingrand d beworfen und bestampft, darüber eine Lage Felssteine e von 3 Fuſs breit, längs der ganzen *Rückseite* der Wand hergesetzt, und mit einer Reihe kleiner Pfähle f, 5′ lang, 4 bis 6″ dick, unterstützt, welche kleinere Pfähle, jedoch nicht geschlossen oder dichte, sondern 1½ Fuſs von einander geschlagen worden, also daſs auf jede Ruthe etwa 10 bis 12 Stück stehen. Damit hat die Wand gegen das Erschüttern, Ausspühlen und Auftreiben hinlängliche Festigheit. Nichts desto weniger ist das Werk so noch nicht vollendet zu achten.

Denn weil die Wellen gegen eine so steile Wand fast wie Fontainen in die Höhe spritzen, und wiederum stark niederfallen, so würden sie den bloſsen Sandgrund an der äuſsern Seite dergestalt erniedrigen und abspühlen, daſs die Wand an der *Stromseite* minirt würde. Dieſs zu verhindern ward eine Lage Busch g einen bis 2 Fuſs dick, 9 Fuſs breit, längs der ganzen Wand gelegt, und mit Felsensteinen belegt, und längs dem Fuſse mit einer Reihe kleiner Pfähle unterstützt, endlich noch auf circa 6 Fuſs breit eine dünne Lage Kiesel vorgeworfen.“

Zwischem dem Neudöser Seedeich und den letztern Werken liegen auf das Watt Schlickdämme der ordinären Fluth gleich; das Wasser tritt alsdann durch ö ö im Parabelwerk, zwischen die Dämmchen ein, und läſst dort, vermöge seines Stillstandes, Schlick fallen. Auf diese Weise sucht man den Zwischenraum zwischen dem Deiche und den

Parallelwerken zu erhöhen; eine Absicht, die zum Theil schon erreicht ist und gewifs vollkommen erreicht werden wird.

Die Construction des übrigen Theils vom *Schlengelwerke*, der sich vom Deiche entfernt, ist den *Steinkisten*, die auf Tab. 48. sehr deutlich dargestellt sind, ganz ähnlich, das Holzwerk ist nur von schwächern Dimensionen, auch liegen die obern Ankerhölzer nicht horizontal, sondern abhängend gegen den Strom, so dafs also der obere Theil des Werkes eine Neigung stromwärts hat.

Von der neuesten Verbesserung des Hafens zu Cuxhafen, als mit dem Seeuferbau zusammenhängend, sey es mir erlaubt, hier Folgendes zu bemerken. Denkt man sich das Hafenhöft A B, das aus zweyen Reihen Pfählen (Pfahlweite 3 Fufs), die 8 Fufs auseinander stehen, mit Haupthölzern und Anker verbunden sind, besteht, und worin der Zwischenraum mit Busch gefüllt, der wieder mit Steinen beschwert ist, weg: so ist es gewifs einleuchtend, dafs bey einem heftigen Nord-Ost-Winde die Schiffe im Hafen viel ausstehen — hin und her geworfen werden müfsten. Dieses Werk hat demnach den Hafen sehr verbessert. Um die östliche Mündung zwischen diesem Höft und der Pfahlwand (spanische Wand) *D c* brauchbar zu machen, sind in ihr die Duc d'alben und Pfähle ausgezogen worden. Dagegen sind, hafenwärts, dem Werke A B, neue Duc d'alben eingerammt, welche gewifs nicht, wie die ehemaligen wackeln werden, da die Seitenpfähle schräge stehen. Dieses Höft giebt dem Hafen zwey Einfahrten, und da ist es denn sehr nützlich, wie ich noch in der Zukunft beym Hafenbau zeigen werde.

Eine andere Verbesserung ist der östliche Schweif *c d* von der alten Liebe (T. 48.); er besteht aus einem Pfahlhöft. Dadurch wird der Fluthstrom, so wie der Norwind und Wellenschlag mehr vom Hafen entfernt. Die hohe Mittelpfahlwand *a b* trägt auch viel zur Ruhe des Wassers im Hafen bey. Eine dritte Verbesserung soll die *Spühlschleuse* bewirken: nämlich — *Vertiefung* des Hafens. Sie besteht aus vier paar Drehthore, ein jedes 7½ Fufs breit; 1792 ist sie erbauet. Ihr Boden liegt 9 Fufs unter der Fluth: der *Spühlbusen* ist ein grofses Basin, welches Terrain ehemals von einem Bau *u u* durchschnitten wurde; er ist auf 4 Fufs tief unter der ordinären Fluth ausgegraben, und ziemlich wieder zugeschlickt. Erwägt man die Direction des ausströmenden Wassers, so scheint es: als wenn die linkseitige Hafenwand, die aus einer Pfahlreihe besteht, von demselben einen starken Angriff auszuhalten haben müsse. Kurz, wenn man das Local zwischen dem Dorfe Ritzebüttel und diesem Hafen, blofs in Rücksicht der Spühlung des Hafens, betrachtet, ohne auf andere Schwierigkeiten zu achten; so scheint es: als wenn der Spühlbusen zwischen Ritzebüttel und der Laufbrücke; die Spühlschleuse aber bey dieser hätte angelegt werden mögen; und dafs man alsdann diese Spühlschleuse zugleich zum Durchlassen der Schiffe hätte einrichten können. Ich habe den Effect der Spühlung nicht gesehen, da der Vorboden der Schleuse gelitten hatte; auch ist der Scheusenboden selbst vom Pfahlwurm ange-

griffen, und wenn ich nicht irre, so ist dieser Ursachen wegen, in den lezten Zeiten, nur mit einem Paar Drehthore gespühlt worden.

Nach dieser Ausschweifung komme ich auf die Seeuferbauten zurück. Die *Steinkisten* (*), deren Construction auf der 48. Kupfertafel dargestellt ist, haben vom Seewurm sehr gelitten und wenn ich recht berichtet bin, so ist es vor mehreren Jahren im Project gewesen: sie ganz zu abandonniren. Hr. Woltman hat sie aber, zum Besten der Baucasse, zu conserviren gesucht, und damit die Springfluth nie über sie hinschlagen möge, hat er darauf eine pultförmige Bohlenwand A, 15 Fufs über die Ebbe reichend, angebracht. Um aber den Groden noch mehr zu sichern, ist hinter den Steinkisten ein kleiner Schlickdamm 12 Fufs über die Ebbe gelegt. Der Zwischenraum zwischen diesem und den Steinkisten ist mit Ziegelgraus gefüllt, damit die über diese Pultwand steigenden Sturmfluthen und überspritzenden Wellen, in diesem Zwischenraum nicht eine Abschälung bewirken können. Dieses Schlickdämmchen und die Ziegelausfüllung läuft mit den Uferbauwerken bis zum Osterhoernerstack parallel. In der Nähe dieses Höftes ist aber der Schlickdamm mit zerschlagenen Feldsteinen und kleinen Steinen gedeckt. *Die Felsenböschung*, an den Steinkisten anfangend, besteht, ausser einem kleinen Theil, aus einer Mittpfahlwand (Pfahl an Pfahl) und an beyden Seiten aus zwey kleinen Pfahlreihen. Zwischen diesen Pfählen sind auf dem Ziegelgraus die grofsen Steine gelagert. Ihr Profil bildet einen Triangel, dessen Spitze die Mittelpfahlwand ist. In der Nähe des Osterhörnerstacks ist die innere Dossirung noch mit *Streben* versehen, die von 6 zu 6 Fufs, von der Mittelpfahlwand abgehen, in dieser und auf die Seitenpfähle befestigt sind, sie liegen in der Oberfläche der Steinlage. Das *Osterhörner-Stack* ist ein mit Steinen gefüllter Holzbau, dessen Seiten von zwey schrägen, und dessen Mitte von drey perpendiculären Pfählen, auf 6 oder 9 Fufs Abstand, formirt wird. Oberhalb diesem Werke ist kein sonderlicher Angriff des Stromes, weil sich auf einem alten Buschhöft, bey o liegend, Schlick angesetzt hat. Die *Böschung* bis zum *Neufelder-Deich* besteht aus einem Steinlager auf Ziegelgraus liegend. Ehemals lagen hier die grofsen Steine auf Heydekraut, da aber solches ein sehr schlechtes Unterlager abgiebt, so hat man die grofsen Steine aufgehoben, das Heydekraut weggenommen, und statt dessen Ziegelgraus gebraucht. Hinter diesem Revettement ist eine Bohlenwand (einen Schuh über den Groden hervorragend) längs kleilen Pfählen befestigt. Da, wo das Wasser über diese hingestürzt war, hatte es sich um den Pfählen im Groden runde Oeffnungen gemacht, die dann wieder mit Ziegelgraus zugefüllt werden. 12) Die *Steindossirung vor dem Neufelder-Deich* ist in der Zeichnung deutlich dargestellt, so dafs eine weitere Beschreibung davon unnöthig ist, zumal da schon auf der S. 544. die Beschreibung von einem ähnlichen Bau steht.

(*) Bey der Zeichnung ihres ältern Zustandes deutet *m n* die Höhe des grünen Vorlandes, *o p* die ordinaire Fluth; *q* die Höhe des ehemaligen Wattes, *r* die Tiefe des Wattes nach der äufsern Seite, und *s t* die niedrigste Ebbe. Dieses Werk soll 150000 Rthlr. gekostet haben.

Der untere Theil der Dossirung vom Neufelder Deich, dessen Krone 8 Fuſs breit ist, und der auf 17 Fuſs über die ordinäre Fluth liegt, ist mit Stroh bekrampt. Er hatte nicht die mindeste Beschädigung von der über die Steindossirung gestürzten Sturmfluth gelitten. Ein Beweis, daſs es nöthig ist: die Uferbauwerke dem Deich so nahe, als möglich zu bringen, wenn man sie nicht weit entfernen kann. Wo die Steindossirung von dem Deiche abgeht, ist auch wieder hinter ihre Rückwand Ausspühlung. Um diese zu verhüten, ist daselbst eine 4 Fuſs breite Steindossirung Landwärts gelegt, und davor sind kleine Pfähle geschlagen worden. 13) Das *Grodenstack* besteht aus einer groſsen Pfahlwand in der Mitte Pfahl an Pfahl geschlagen. Bey den Pfählen ist dergestalt abgewechselt worden, so daſs ein schwächerer an einem stärkern steht. Diese Pfahlwand ist mit Gurthölzern versehen, und durch diese gehen Spitzbolzen in die Pfähle hinein, zu beyden Seiten ist die Pfahlwand mit Faschinenbau eingeschlossen; und darauf liegt Ziegelgraus, an der Seeseite ist aber dieser noch mit groſsen Feldsteinen belegt. Vor dem Kopfe liegen 12 Sinkstücke; jedes von 25 Fuſs breit und 30 Fuſs lang, welche mit Ziegelgraus und groſsen Steinen beschwert sind. Die gesammte Breite des Werkes beträgt 36 Fuſs. Die Pfahlwand steht einige Schuh über die Seiten-Dossirungen hervor. Sie ist (wenn ich nicht irre) durchs Buschwerk gerammt worden. 14) Nach einer ähnlichen Methode sind auch die drey Strandhöfter vor dem Steinmarner Deich Nro. 1. 2. 3. (T. 48.) gebauet, nur daſs davor keine Sinkstücken nöthig waren. Die Pfahlwand reicht auch bey ihnen nicht ganz zu Ende, sondern der Faschinenbau ist mit Steinen bedeckt. Der concave Flügel an Nro. 1. soll abgenommen werden.

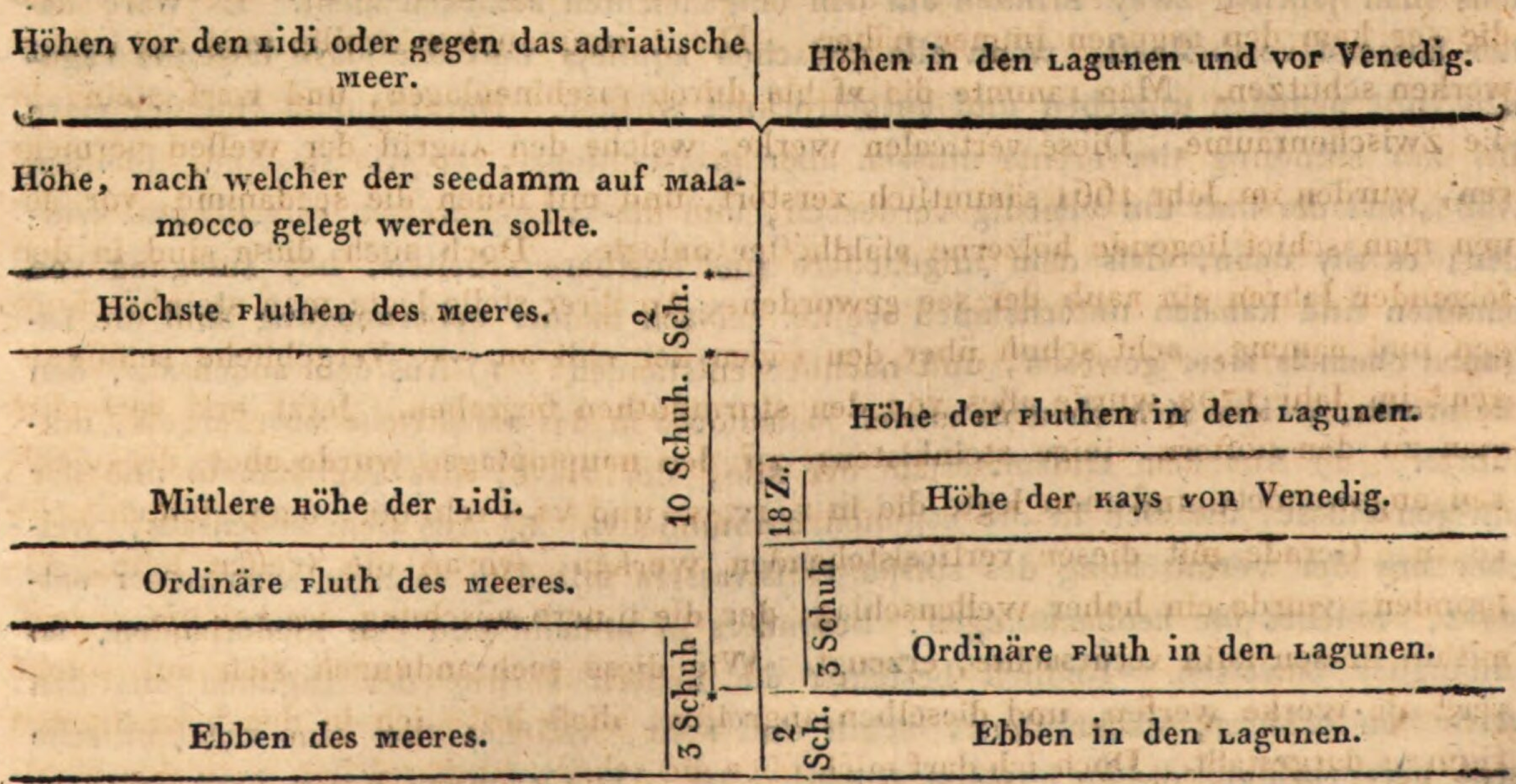
Ausser diesen Bauwerken hat die Stadt Hamburg, zur Sicherung der kleinen Insel *Neuwerk*, worauf ein Leuchtfeuer brennt, unter Hr. *Woltmanns* Direction, der den Rizebüttler Bau so sehr verbessert, und die oben beschriebenen Werke gröſstentheils aufgeführt hat, noch andere aufführen lassen, die aus Parallelwerken bestehen. In der Construction sind sie dem Parabelwerk gleich, ausser daſs eichene Pfähle gebraucht werden, statt zu Ritzebüttel kieferne stehen. Die Stammenden sind von jenen aufwärts gekehrt worden; daher verspricht man sich von dem, aus dem Wasser hervorstehenden Theil, eine hundertjährige Dauer.

§. 62. Endlich komme ich zu dem *venetianischen Seeuferbau* (T. 90. H. und J). Derselbe steht, wie mehrere in den vorhergehenden §. §. beschriebenen Seeuferbauten, mit dem Deich- und Hafenbau in Beziehung; und ich muſs daher auch die venetianischen Deiche erwähnen. Vorzüglich dient dieser Seeuferbau zur Beschützung der, vor den *Lagunen*, welche den groſsen Wasserbezirk, worin die Fluth des Adriatischen-Meeres eintritt, bilden, liegenden Inselreihe, die die Venetianer *Lidi* nennen, und welche im Mittel nur drey Schuh über die ordinäre Fluth in den Lagunen liegt. Werden nämlich diese Inseln vom Meere verschlungen: so würde

die Fluth, die Kais und Strafsen von Venedig öfers übersteigen. Kein Wunder daher, wenn der venetianische Staat bedeutende Summen anwendete, diesem Uebel zu steuern; wenn mehrere Mathematiker sich beeiferten, Vorschläge dagegen zu entwerfen. Wir finden in der Raccolta che trattano del moto dell'acque mehrere Abhandlungen über diesen wichtigen Gegenstand, die aber gröfstentheils unausführbare und theoretische Untersuchungen sind. Einige wichtige Unternehmungen wurden indessen vollendet. Es ist nämlich von diesen Lagunen das Wasser der Brenta, der Piave, des Sile und Marcenigo mittelst Dämmen abgesondert, und längs der schmalen Inselreihe, von Brondolo bis zu dem vor Venedig liegenden Fort, quatro Cantoni, Stein -, Holz - und Erddämme angelegt. (Siehe Tab. H. und 90.)

Zu den Lagunen zählen die Venetianer alle diejenigen, von der täglichen Fluth bedeckten, oder über dieselbe angeschlämmten Bezirke, welche zwischen den, längs dem adriatischen Meere liegenden Inseln und dem Festen - oder Urlande sich befinden. Ihr Grund besteht aus einem fetten Thonboden, der äusserst fruchtbar ist. Auf demselben wächst, wo die Lagunen von der täglichen Fluth verlassen, oder dagegen mit Dämmen geschützt sind, das üppigste Gras und Getraide aller Art. Die unter Maria Theresia bey Aquileja gemachten Austrocknungen, welche einen Theil der Lagunen von Marano ausmachen, und die ich im Jahr 1803 untersuchte, so wie die den Lagunen zwischen dem Tagliamento und der Etsch abgedeichten Bezirke, sind der beste Beweis von der fruchtbaren Beschaffenheit des Bodens, der so vortrefflich ist, dafs man jährlich zwey Erndten auf den eingedeichten Bezirken zieht. Es wäre daher äusserst vortheilhaft, wenn alle zwischen Aquileja und der Piave liegende Lagunen, mit Dämmen umgeben und ausgetrocknet würden. Die Lagunen von der Piave bis zur Mündung der Brenta müssen aber gröfstentheils, so wie sie sind, bleiben, weil sonst die Luft um Venedig verderben, und die Wasserstrafsen verschlämmt würden; es sey denn, dafs man ungeheuere und kostbare Arbeiten, bey Anlegung von Dämmen und Kanälen unternehmen wollte. Nach meiner Ueberzeugung sind die Lagunen ehemals Meer gewesen, und nachher entstanden: 1) Aus dem Bodensatz, den die Brenta, welche sich ehemals unweit Malamocco in das adriatische Meer ergofs, mitführte. 2) Aus dem Flufsmateriale der Sile, der Piave, des Tagliamento und der übrigen Flüsse, die sich in die Lagunen einmündeten. 3) Aus dem Bodensatz, welcher bey der Vermischung des süfsen Flufswassers mit dem salzigen Meerwasser entsteht, welches die Beobachtungen, besonders in Holland und den Niederlanden, so unläugbar beweisen. Endlich bestehen die höhern Bezirke der Lagunen aus den verfaulten Gräsern, Seekräutern, Schilf und Rohr, welches alles eine vegetabilische Erde hervorbringt, die so äusserst fruchtbar ist. Die Lagunen liegen jetzt gröfstentheils über der täglichen Fluth, und der Bezirk (vor Venedig) ist in Tab. H. punctirt. Derjenige aber, welcher von der Fluth täglich bedeckt wird, ist darin als Wasser angegeben. In den Lagunen vor Venedig ist die gewöhnliche Fluth einen Fufs niedriger,

als vor den Didi, d. i. foviel niedriger, als die Fluth des adriatischen Meeres. Die Kays von Venedig liegen zwey bis drey Fuſs über die ordinäre Fluth in den Lagunen und die Sturmfluthen übersteigen dieselben 1 bis 1½ Fuſs und höher. Der Unterschied zwischen der ordinären Fluth und Ebbe in den Lagunen vor Venedig ist zwey, und am Meeresgestade vor den Lidi drey Schuh. Die Oberflächen der Lagunen und des Meeres bilden, während der tiefsten Ebbe, eine Horizontalfläche. Die Sturmfluthen des Meeres steigen zehn Schuh über die ordinäre Fluth in den Lagunen, folglich 5½ höher, als die hohen Fluthen vor Venedig. Da nun die Kays von Venedig und der Marcus-Platz, zwey bis drey Schuh über die Fluth in den Lagunen liegen, die Kays von der hohen Fluth noch 1 bis 1½ Schuh übertreten werden, und die Sturmfluthen des adriatischen Meeres zehn Schuh über die ordinären Fluthen in den Lagunen gehen, so würde Venedig, wenn es die höchsten Sturmfluthen des Meeres erreichten, sieben Schuh mit Wasser bedeckt seyn. Man sieht daher, daſs ohne Dämme auf den Lidi, Venedig nicht bestehen kann, und daſs die Seemündungen oder die Mündungen der Ströme zwischen dieser Inselreihe, von denen ich beym Hafenbau handle, nicht zu weit seyn dürfen, weil sonst eine zu groſse Fluthmasse auf Venedig strömen würde. Damit der Leser eine bestimmte Uebersicht von dem Stande der verschiedenen Wasserhöhen, und der Lage der Kays von Venedig und der Seedämme, die auf den Lidi liegen, erhält; so ist diese hier untenstehende figürliche Darstellung gewählt worden.



Die den *Lagunen* und *Lidi* nachtheiligsten Sturmfluthen werden von dem Ostwinde bewirkt (Tab. H.); und da dieser senkrecht auf die Lidi anfällt, so wird die Erhaltung der, zu ihrem Schutze angelegten Seeuferbauten und Dämme, sehr schwierig.

Die Dämme auf diesen Inseln sind aber unentbehrlich, weil sie den Eintritt der Sturmfluthen in die Lagunen verhindern, welche den Untergang von *Venedig* bewirken würden, wenn sie ungehindert von *Brondolo* bis *St. Nicolo* über die *Lidi* in die Lagunen eintreten könnten, ohne von einer künstlichen Seewehre aufgehalten zu werden. Die Venetianer haben daher mit Anwendung vieler Millionen diese Dämme, die wir jetzt näher kennen lernen wollen, angelegt. Sie fangen bey dem Fort *Quatro - Cantoni* an, und gehen bis nicht weit von *Brondolo*, wo sie sich bey B. V. *di Marino* an die Sanddünen anschliefsen. Diese Bauwerke, so weit sie von Steinen aufgeführt sind, heissen *Murazzi*. Sie wurden ungeachtet ihres starken Profils, womit der Leser aus Tab. 90. bekannt wird, öfters zerstört, und zuletzt noch am 12. May und 16 July 1802. Ehemals giengen die *Lidi* weiter ins Meer als jetzt und waren auch höher; deswegen hatte man darauf blofs Erddeiche, Fig. I., angelegt, und mit dem Tamariskenbaume bepflanzt, welcher wächst, wenn er auch zuweilen von dem Seewasser bedeckt wird. Dieser Seedamm bestand zum Theil aus Erde und Sand, woraus derjenige Theil, welcher von Quatro - Cantoni nicht weit von *Malamocco* geht, noch jetzt besteht. Die grofse Böschung hatte demselben die Stärke gegeben, weil auf die sanften Böschungen die Seewellen anliefen, ohne dem Dammkörper einen besondern Nachtheil zu verursachen; besonders, da die äussere Böschung aus Erde bestand, wie ich denn hierüber Beyspiele genug bey den holländischen Seedeichen und Seeuferbauten angeführt habe. Indessen hatte man die Erddämme zu niedrig angelegt, und die Sicherung ihres Fusses oder des Strandes unterlassen: daher wurden sie von Zeit zu Zeit zerstört, und die See kam den Lagunen immer näher. Die Seemündungen wollte man mit Pfahlwerken schützen. Man rammte die Pfähle durch Faschinenlagen, und warf Steine in die Zwischenräume. Diese verticalen Werke, welche den Angriff der Wellen vermehren, wurden im Jahr 1661 sämmtlich zerstört, und mit ihnen die Seedämme, vor denen man schief liegende hölzerne Pfahlhöfter anlegte. Doch auch diese sind in den folgenden Jahren ein Raub der See geworden. An ihrer Stelle legte man Steinböschungen und Dämme, acht Schuh über den Boden der Lidi an. — Vergebliche Bemühungen! im Jahr 1708 wurde alles von den Sturmfluthen begraben. Jetzt erst versenkte man zu den Höftern einige Steinkisten; zu den Hauptanlagen wurde aber der Pfahlbau angewendet, und man legte die in F. IV. V. und VI., Tab. 90., dargestellten Werke an. Gerade mit diesen verticalstehenden Werken, woran die Wellen heftig anbranden, wurde ein hoher Wellenschlag, der die innere Böschung des Deiches angriff, mithin dessen Ruin verursachte, erzeugt. Wie diese Seebrandungen sich auf solche verticale Werke werfen, und dieselben angreifen, diefs habe ich in den bezeichneten Figuren dargestellt. Doch ich darf mich über die Schädlichkeit solcher verticalen Pfahlwerke hier nicht mehr verbreiten, weil ich dieselbe bereits hinlänglich dargethan habe.

Wiewohl die venetianer die nachtheiligen wirkungen von den überstürzenden wellen bey diesen Anlagen erfahren haben, und die in dortiger Gegend, theils des Holzes, theils des Rammlohnes wegen, kostbaren Pfähle, binnen acht Jahren vom seewurm zernagt, von den Bewohnern der Lidi gestohlen, oder auch von den heftigen seebrandungen herausgerissen, und fortgetrieben werden, und die theuern eisernen Nägel vom seewasser verkalcht sind: so hat diese Arbeit kein Ende genommen, und man bauete solche Holzwerke noch in den neuesten zeiten. Da, wo dieselben vor dem Deiche, der grofsen Kosten wegen, nicht beybehalten sind, ist die vordere Böschung zwey bis drey schuh dick mit steinen bedeckt worden. Fig. III. Diese steinböschung ist zweyschuhig, und hält sich ziemlich gut. Besser würde sie aber seyn, wenn die glatten steine auf ein Bett von ziegelgraus, dessen man von den alten schlössern bey *Treviso*, *Monselice* und *Este* (T. F.) genug haben kann, gelegt würde, wie diefs die Erfahrung an ähnlichen werken in Holland mir bewiesen hat, und dessen so oft gedacht wurde. Ein anderer Fehler dieser seedeiche besteht darin, dafs sie nicht von gleicher Höhe sind. So liegt der Deich auf der Insel Malamocco acht Fufs 6 zoll (F. IV. T. 90.); neun Fufs (F. II.), neun Fufs 2 zoll (Fig. V.); dann neun Fufs sechs zoll (Fig. VI.) über die ordinäre Fluth in den Lagunen, wo er doch, nach einem, zur zeit der Aristokratie ausgemittelten Normale, zehn Fufs über diese Fluth gelegt werden sollte. Diese vorschrift ist aber nie in Erfüllung gebracht, wiewohl sie nicht einmal hinreicht: weil die hohen wogen, welche bey sturmfluthen entstehen, noch höher als zehn schuh über die ordinäre Fluth in den Lagunen sich erheben. Es sollte daher der sämmtliche seedeich auf der Insel *Malamocco*, *zwölf Fufs über die ordinäre Fluth in den Lagunen* gelegt werden, um niemals von den seewogen Kappenstürzungen erhalten zu können.

Als nun die Erfahrung gelehrt hatte, dafs die Pfahlwerke keine Dauer versprachen, so glaubte die ehemalige venetianische wasserbau-Kommission, dem Meere, zum sichersten, mit einer starken, aus grofsen Marmorblöcken bestehenden Mauer, widerstand zu leisten. Es wurde daher an einigen Deichstellen zuerst im Jahre 1740 eine solche Mauer, Fig. VII., vor dem Deich, zehn Fufs über die Fluth in den Lagunen, gelegt: nämlich, auf der Insel Malamocco eine Dammstrecke, und unweit Chiozza, bey sotto Marino genannt, eine längere. Da die construction in der angezeigten Figur deutlich angegeben ist: so wird hier nur bemerkt, dafs die obersten Fugen der steine mit Pozzolan-Mörtel ausgestrichen sind. Späterhin, nachdem die Erfahrung bewies, dafs die hinter der Mauer, oder dem Murazzo liegende Erddeich, den überstürzenden wogen nicht widerstand leistete, wurden stärkere werke, Fig. XI., aufgeführt. Der höchste Theil dieser auf der Insel Pelestrina errichteten Murazzi's liegt zwölf Fufs einen zoll über die ordinäre Fluth in den Lagunen, und dennoch stürzen die wogen über diesen Damm hin, weil er nicht eine sanfte Böschung hat. Im Jahr 1760 fand man auch diese kostbare construction nicht hinreichend; die venetianer

machten daher die obere Masse des gesammten See-Deiches aus einem Steinbau mit zwey Bänken, wie Fig. 13. zeigt, und diese Werke nennen die Venetianer gleichfalls Murazzi. Die Krone dieses Dammes ist zwölf bis vierzehn Schuh über die ordinäre Fluth in den Lagunen erhoben, und vor demselben liegt ein Steinwurf (scoglière). Da aber über die verticalstehenden Murazzi die Wogen stürzen, so ist dahinter eine Steinbank *a* (Fig. 13.) gelegt, die jedoch nicht überall, sondern an deren Stelle auch wohl ein Erdstück (Fig. 8.), oder nichts, als die Oberfläche der Lidi, angetroffen wird. Diese Murazzi findet man nur allein auf *Paelestrina* und *Chioggia.* Sie haben große Summen gekostet, und dennoch lassen sie wegen ihrer verticalen Wand eine vollkommene Sicherheit nicht erwarten: im Jahr 1802 wurde ein Theil davon durchbrochen. Sie haben vor sich, in ungleichen Abständen, auf das Seeufer senkrecht liegende, auf Tab. H. angegebene Höfter, die auf Tab. 90., Fig. 8., 9., 10. und 14. dargestellt, und die im Mittel zweyhundert Schuh lang sind. An ihrer Spitze *l* (Fig. 8.) liegen diese Höfter drey, und an der Wurzel *k*, sechs Schuh über die ordinäre Fluth. Auf den Seiten und voran sind sie mit einem Steinwurfe von Istrianischen Steinen versehen, wie dieſs Fig. 8. und 14. zeigen. Die Tiefe längs denselben beträgt vier bis fünfzehn Schuh bey der Fluth.

Die Erbauung der gröſsten Murazzi (Fig. 13.) geschah folgendermassen: Nachdem die Fundamente *c* und *d* unter den Hauptmauern mit Steinen gelegt, und mit ordinären Mörtel bedeckt waren, wurden die groſsen Marmorblöcke *h* und *i*, von 24 bis 48 Kubikschuh, an den Seiten des alten Erddammes *b*, bis zur Ebbe, aufgesetzt. Von dieser Steinlage an bediente man sich zum Mörtel der Pozzolane und des Kalkes zu gleichen Theilen: nämlich zu dem äuſsern Theile des Werkes. Dann wurden kleine Steine in *o*, als Unterlagen zu den groſsen Werkstücken *f*, in gemeinen Mörtel, oder auch ohne denselben sorgfältig gelegt. Die groſsen Werkstücke werden aus Istrien geholt; jede Barke ladet 100,000 venetianische Pfund, deren tausend vier Cubikschuh Stein erfordern. Wie die Werkstücke gelegt werden, ist aus den citirten Figuren, und denen darauf gesetzten Buchstaben so deutlich zu entnehmen, daſs die weitere Erklärung der Construction überflüssig wird. Ich bemerke deswegen, daſs daselbst, wo der Seedeich nach einer, in Fig. 12. angedeuteten Art angelegt ist, dennoch an der Wurzel der Höfter diese eben erklärte Bauart, auf drey bis vier Klafter zu beyden Seiten derselben, statt hat, wie dieſs in dem Grundriſs, Fig. 10. in *e*, *a*, *b*, *c*, *d* und *k* angedeutet ist. Diese äuſserst kostbare Constructionen haben, wie gesagt, dem Meere nicht widerstehen können, weil sie den Wogen eine verticale Wand entgegenstellen, mithin den Angriff der Wellen vermehren. Hierzu kömmt noch, daſs der Zoccolo oder Fuſs von dem steilen Steinwurf (scoliera) nicht hinreichend gedeckt ist, denn so wie die darauf heftig anbrandenden Wellen gegen den Zoccolo anprellen, heben sie die schweren Steine aus ihrem Lager; welche Wirkung dadurch befördert wird, daſs der Frost den Pozzollan-Mörtel spaltet, und das Meerwasser, den der Luft

ausgesetzten Mörtel chemisch angreift, daher zerbröckelt. Den beschädigten Theil der Murazzi hat man jetzt abgetragen, und nach der, im Jahr 1778 (Fig. XII.) angefangenen Construction, erbauet. Zuerst wurde dieselbe auf der Insel Paelestrina in Ausübung gebracht, und nach ihr der Seedamm auf acht Schuh sieben Zoll bis auf zehn Schuh über die Fluth in den Lagunen angelegt. Man wird aber sehr bald die Mängel dieser Bauart gewahr, wenn man die kleinen glatten und runden Steine betrachtet, womit die Böschung *a* des Deiches belegt ist, so wie die geringe Abdachung *b* des Steinwurfes, und endlich die unzureichende Höhe des Deiches, dessen Krone nähmlich zwey Schuh von der höchsten Fluth überstiegen wird. Daher ist es denn auch kein Wunder, wenn die Wogen über den Deich stürzen, und ihn zerreissen; wenn die auf der Böschung liegenden Steine weggespühlt werden, und die Erddecke blofs liegt. Das feste Liegen der kleinen Steine auf der Böschung wird aber auch noch dadurch unmöglich gemacht, dafs man diese Steine auf von Rohr geflochtenen Matten legt, die ein glattes Unterlager geben. Wie viel besser, weniger kostbarer, und allen Angriffen der Seebrandungen trotzend, ist hingegen nicht die Construction der neuesten Seedeiche Hollands, welche ich auf Tab. 47. dargestellt habe!

Wenn man diese verschiedenen venetianischen Bauarten, welche dem Staate Millionen kostende Versuche sind, betrachtet, so kann man sich des Unwillens nicht erwehren. Sie sind eine vollständige Characteristik des Zustandes der Wasserbaukunst im Venetianischen, wiewohl die Existenz dieses Landes schlechterdings von einer zweckmässigen Anwendung dieser Wissenschaft abhängt. Auch die Flüsse sind, wie gesagt, zum Theil dergestalt versandet, dafs ihre Betten 5 bis 10 Schuh über das natürliche Erdreich liegen. Was aber den Seeuferbau anbetrift, so sehen wir Dämme und Höfter angelegt, welche dem Zwecke nicht entsprechen, indem jene noch im Jahre 1802 bey einer Sturmfluth zerrissen sind, und diese gänzlich unnöthig waren, wie diefs in der Folge bewiesen werden soll.

§. 63. Nach dieser Erörterung der bisherigen Anlagen, komme ich, hier sowohl als in der Hafenbaukunde, zu denjenigen Maafsregeln, welche, meines Dafürhaltens, angewendet werden mögen: die Stadt *Venedig* und die *Lidi* gegen alle Angriffe der See, vermittelst der Seedämme, vollständig zu beschützen, die Fahrwasser und Häfen im Allgemeinen zu verbessern, und die Verschlammung der Canäle *Venedigs* abzuwenden. Fürs *erste* sind die Pfahlwerke (F. 4., 5. und 6. T. 90.) auf der Insel *Malamocco*, wo man dieselben noch anwendet, gänzlich abzuschaffen, a) weil sie platterdings schädlich sind, wie diefs die Erfahrung hinlänglich beweist; b) das Holz binnen acht Jahren vom Pfahlwurm zernagt wird; c) die Pfähle von den Wogen losgewackelt und aus dem Grund geworfen werden, welches Treibholz während den Seestürmen sodann in den Damm Löcher stöfst; d) weil die Pfähle von den Bewohnern der Insel häufig herausgerissen und gestohlen werden, da das Holz sehr theuer ist. Endlich e) ist jeder Pfahl an den horizontal- und schief liegenden Gurtungen mit eisernen Nägeln befestigt, und bekanntlich wird

das Eisen vom Seewasser verkalkt, und so leistet es kaum acht Jahre Dienste. Dieses sind schon Beweggründe genug, um den Pfahlbau abzustellen, die jetzigen Pfahlwerke absägen und das Holz und Eisen verkaufen zu lassen. *Zweytens:* Müssen die Böschungen der Seedeiche und deren Höhe dergestalt eingerichtet werden, daſs sie den Brandungen der See vollständig Widerstand leisten. Wie ich schon erörtert habe, so liegt es in der Natur des Angriffs, welchen die Seewogen auf die Seedämme ausüben, daſs sie auf sanfte Böschungen aufrollen, ohne dieselben zu beschädigen, welches auch der gewöhnlich aus purem Sande bestehende Seestrand beweist, da derselbe in sanften Böschungen liegen bleibt, ohne von der See fortgerissen zu werden, es sey denn, daſs die Grundwogen und der Fluthstrom sehr heftig wären. Eine Bemerkung, die ich bey der Bereisung der holländischen und französischen Küste gemacht habe. Ja man hat bey *Blankenberg* in Flandern, und bey *s'Gravesande* in Südholland Seedämme aus purem Sande angelegt, ihnen jedoch eine Böschung von 9 bis 14 Fuſs auf jeden Schuh Höhe gegeben. Mit dieser groſsen Böschung haben sie der See vollkommen Widerstand geleistet. Diese Dämme sind daher ein Beweis von der Güte sanfter Böschungen. Was aber die Gröſse einer Deichböschung, welche mit Steinen angelegt wird, anbetrift, so habe ich vorne mehrmahls die Erfahrung aufgestellt, daſs eine dreyschuhige Böschung, bey Deichen längs dem Strande, hinreichend sey. Dieselbe mag also auch bey diesem Seedamme statt finden. Gröſsere Böschungen müseen aber solche Seedämme erhalten, die frey ins Meer aufgeführt werden, und längs denen die Springfluthen hoch und heftig anlaufen, wie z. B. der Seedamm in der Rhede vor Cherbourg. Diesen haben die Seestürme eine zehnschuhige Böschung gegeben. *Drittens:* Die Belegung der äussern Böschung des Seedammes auf den Lidi mit Steinen reiche deſswegen fünf Schuh über die ordinäre Fluth hinauf, weil die Erfahrung an den dortigen Seedämmen es beweist, daſs sich weiter hinauf ein fester Rasenboden, oder eine Erdböschung vollkommen gut erhält. *Viertens:* Da, wo sowohl der Seedamm nach diesem Profil zu construiren ist, als auch da, wo die Murazzi, ihres starken Baues wegen, bleiben müssen, ist der ins Meer gehende Steinwurf, oder die Scoliera mit einer Böschung von drey bis vier Schuh auf einen Schuh Höhe anzuschütten: nämlich vierschuhig auf der Insel *Paelestrina* und gegen *Coromann;* dreyschuhig auf der Insel *Malamocco*, weil der Angriff der See hier nicht so heftig ist, als dort. Daſs die hier vorgeschlagene Anlage sanftlaufender Böschungen die einzige mit der Natur des Angriffs der Wellen übereinstimmende Bauart ist, wird auch bey diesem Seeufer auf der Insel *Malamocco* bewiesen: denn obgleich der Seedamm nur mit kleinen Steinen bedeckt ist, die aus den Gegenden von *Monselice* geholt werden, und von denen einige nur einen halben Cubikfuſs groſs sind, so widersteht diese Böschung dennoch allen Angriffen der niedrigen See, nämlich daselbst, wo sie geradelinigt ist (F. 2. T. 90.) hingegen da, wo sie concav (F. 3.) ist, wird sie in kurzer Zeit von den Wellen weggeführt. Soll jedoch diese Steinböschung dem Meere auf immer wider-

stand leisten, so müssen gröſsere steine zur oberfläche der böschung genommen, und, wo möglich auf ein bett von ziegelgraus oder Mauerschutt gelegt werden, welches materiale im ueberfluſs angetroffen wird. Dieses material ist deſswegen zum unterlager für groſse steine vortheilhaft, weil es eckig ist, und vermittelst des alten Mörtels, wenn derselbe naſs wird, eine bindung abgiebt. Dasselbe wird daher auch in Holland zu diesem Endzweck verwendet, und ich habe es bey vielen steinböschungen und selbst zum unterlager des Grundbaues bey chausséen mit Erfolg gebraucht. *Fünftens:* Was die Höhe dieser seedämme anbetrift, so glaubt man kaum, seinen Augen trauen zu dürfen, wenn man gewahr wird, daſs dieselben an einigen stellen zwey und mehrere schuh niedriger als an andern liegen; ja daſs sie nicht einmahl die Höhe der sturmfluthen erreichen. Kein wunder daher, daſs sie bey den stürmen von 1802 an vielen stellen zerissen waren. Man hätte also glauben sollen, daſs diese traurige Erfahrung ein sicheres und systematisches verfahren zur Folge gehabt haben würde, leider mangelt es aber noch ganz daran! Soll aber das schicksal *venedigs* und der *Lagunen* nicht dem ohngefähr überlassen bleiben, so müſste der seedamm auf *malamocco* zwölf, bey *st. Pietro* dreyzehn schuh, und so bis gegen *chioggia* vierzehn schuh über die ordinäre Fluth in den *Lagunen* gelegt werden. Das ist: die höchsten stellen der Krone des gegenwärtigen Dammes müssen im Mittel zwey schuh erhöht werden. Dieser unterschied der Deichhöhen ist deſswegen nothwendig, weil das Meer den bey chioggia liegenden Deich stärker als die Deiche auf *malamocco* angreift. *Sechstens:* Auch sind die sanddünen bey dem Fort Alberoni und gegen Brondolo mit Helm, sandriedhafer, der dort schon sparsam angetroffen wird, und mit Tamarisken zu bepflanzen. *Siebentens:* Da, wo der obere Theil dieser seewehre aus einem Erddamme besteht, mag die Krone des Dammes nur sechs bis acht schuh Breite erhalten, weil die Dammerde dort gut ist. *Achtens:* Die innere Böschung sollte $1\frac{1}{2}$ bis 2 schuh auf einem schuh Höhe betragen. *Neuntens:* Müssen die unnützen und kostbaren steinhöfter abgetragen werden. Es ist nähmlich in der wasserbaukunst eine praktische Regel, daſs da, wo nur ein langsamer Fluthstrom geht, die Höfter durchaus unnütz sind. Dieses ist auch in der Natur des seeufers gegründet; denn da, wo der Ebbe- und Fluthstrom sich nur äusserst langsam bewegt, wie es hier der Fall ist, wo er kaum $\frac{1}{3}$ schuh in einer secunde zurücklegt, hat der seedamm von dem eigentlichen strome gar nichts zu leiden, sondern er muſs lediglich den seewogen und Brandungen widerstehen, denen ich die starken Deich-Böschungen entgegensetze. Da nun überdieſs die see an diesen stellen wenig Material absetzt, so können diese Höfter zur Erhöhung des strandes gar nichts beytragen, welches auch die hier bis jetzt mit groſsen Kosten angelegten Höfter beweisen. Wird überdieſs erwogen, daſs man mit denjenigen steinen, woraus die Höfter bestehen, die scogliera oder die steinböschung längs dem Fuſs des Deiches, nach der vorgeschriebenen Böschung, construiren kann, indem die Anzahl der abzutragenden steinhöfter bedeutend ist: so werden die Kosten dieser vortheilhaften Deichböschung sich nicht hoch belaufen.

Auf diese weise wird ein werk mit den mindesten Kosten zu stande kommen, welches in mehreren Jahrhunderten mit Aufwendung unermeſslicher Ausgaben nicht vollkommen hergestellt wurde: nähmlich eine die *Lidi*, *Lagunen* und *venedig* schützende seewehre.

DRITTE ABTHEILUNG
DER
WISSENSCHAFT DES WASSERBAUES.

DAMM- ODER DEICHBAUKUNDE.

ERSTER ABSCHNITT.

THEORETISCHE DEICHBAUKUNDE ODER ERKLÄRUNGEN UND MAXIMEN DES DEICHBAUES.

§. 1.

Zu dem Deichbau zähle ich hier keineswegs den *See-* und *Flufsuferbau*, wie mehrere Schriftsteller vor mir gethan haben, sondern ich verstehe unter *Deichbau* die Wissenschaft: Deiche (im gemeinen Sprachgebrauch *Dämme* genannt) aller Art, in hydrotechnischer und öconomischer Rücksicht zweckmäfsig anzulegen, zu erhalten und Deichbrüche auszubessern. Ich werde hier also von den Entwässerungsschleusen, die zur Auslassung des innern Wassers, oder von solchen Schleusen, die zur Communication der innern Canäle eines Landes mit den Flüssen oder dem Meere angelegt werden, noch von den *Fangdämmen*, welche von Einigen zu dem Deichbau gezählet werden, handeln. Es scheint auch dieser Plan der wahren Classification der verschiedenen Abtheilungen der Wasserbaukunde zu entsprechen, weil die *Fangedämme* und *Entwässerungsschleusen* für den *Schleusenbau* selbst, welcher eine für sich bestehende Abtheilung der Wasserbaukunst ist, und der eben sowohl beym Canal- und Hafenbau als beym Deichbau nöthig wird, geeignet sind. Indessen steht die *Deichbaukunde* mit dem Flufs- und Seeuferbau in genauer Beziehung, und es ist daher nicht möglich, dieselbe von den ersten zwo Abtheilungen der Wasserbaukunde ganz zu trennen. Ich mufste also bereits in der Flufs- und Seeuferbaukunde vieles vortragen, was beym Deichbau wichtig ist. So habe ich S. 261. die Zubauung eines grofsen Dammbruches am Leck in Holland gezeigt, und die Construction des Faschinenbaues (S. S. 243) gelehrt, welcher bey den Gründungen der Deiche auf Moor und weichen Grunde, so wie bey solchen Deichen, die dem Anfall des Stromes, Eisganges und Wellenschlages ausgesetzt sind, Anwendung findet. In der Seeuferbaukunde habe ich die Gewinnung der Dünen durch Strohbestickung und das Pflanzen der Strandgewächse gezeigt, so

wie mehrere Seedeiche beschrieben, weil die Darstellung des Locals und die Materie mich darauf führte, die ich zerissen haben würde, wenn ich mich nicht zugleich über die Lage und Construction der Seedeiche verbreitet hätte. Eben diese Rücksichten machten es nothwendig: erst in der Hafenbaukunde die Erbauung der Meer- und Hafendämme zu lehren, und die wichtigsten vorhandenen Anlagen der Art zu beschreiben. Diefs sind die Ursachen, dafs die Deichbaukunde in diesem Werke kürzer gefafst werden konnte, als es gewöhnlich von andern Schriftstellern geschehen ist.

§. 2. Selten wird auch der Deichbaumeister in den Fall kommen, seine Deiche ohne alle Rücksicht auf das Seeufer, auf den Lauf der Flüsse, oder auch, ohne Uferbauwerke, anzulegen. Ja, er wird sogar öfters genöthigt seyn, die Deiche dem Ufer nahe zu rücken, wenn nähmlich: a) die Deichlinie viele und starke Einbiegungen von einer Zurücksetzung des Deiches vom Ufer erhielte; b) der Deich landwärts auf einem morastigen, oder wenig festen Grund zu liegen kommen müfste; c) oder wenn der Deich nahe an das Ufer gelegt, auf die Correction des Flusses und dem schnellen Fortgang des Eises, kräftiger so wie zweckmäfsiger, (mittelst Einschränkung des Stromes) wirken könnte, als wenn man ihn vom Ufer entfernte; d) auch wenn endlich der Deich eine Stadt, ein Dorf, einzelne Häuser oder auch von einem fruchtbaren Landesbezirk das hohe Wasser und den Eisgang abhalten soll. In solchen und ähnlichen Fällen kann der Deichbaumeister genöthiget werden, den nahe an das Ufer gelegten Deich zu beschützen, mittelst Uferbauwerke oder Vorbaue. Ja! es giebt auch Beyspiele genug, wo solche *Ufer-* oder *Schartdeiche* mit kostbaren Bauwerken, gegen den Eisgang, den Wellenschlag, so wie auch gegen den Anfall des Stromes gedeckt werden müssen. Die vorzüglichsten solcher Deiche, welche ich kenne, sind folgende: 1) Die Seedeiche am *Helder*, s. S. 490; 2) der Seedeich bey *Petten* S. S. 486; 3) der Seedeich bey s'Gravensande S. S. 484; 4) die Friesischen Seedeiche S. S. 510; 5) die Deiche bey Goederede S. S. 509; 6) die Seedeiche bey Blankenberg in Flandern S. S. 527; 7) bey Westcappel auf dem Eylande Walchern S. S. 524; 8) einige Deiche auf der Insel Texel und längs dem Nordholländischen Gestade S. S. 501; 9) die Deiche bey Cuxhafen S. S. 540; 10) der Seedeich bey Ostende S. S. 528; 11) die Murazzi oder Seedeiche auf der Inselreihe ohnweit Venedig S. S. 552; und endlich eine zahllose Menge von Flufsdeichen, die unmittelbar am Ufer der Flüsse liegen. Ja, ich bin selbst oft in dem Fall gewesen, solche Schartdeiche zu conserviren, und einige alte Deiche (hydrotechnischer Rücksichten wegen) den Flüssen näher zu rücken.

§. 3. Wenn daher die Anlage der Deiche oder der Deichbau eine vollständige Kenntnifs des Flufsbaues und Seeuferbaues erheischt, wie es schon die Rücksicht auf Schartdeiche und auf die Auswahl von der Richtung der Deiche beweist, so ist es wohl nur zu gewifs: 1) dafs der Deichbaumeister auch den Flufs- und Seeuferbau so wie die Kunst, Schleusen anzulegen, verstehen müsse, 2) dafs vom Local genaue hydrotechnische Karten zu verfertigen sind; ja, dafs man sowohl von den Wasserhöhen,

als von der Beschaffenheit des Grundes, worauf der Deich gelegt werden soll, und von dem Angriff des Stromes wie des Eises bestimmt unterrichtet seyn müsse. Alles dasjenige, was also von denen Untersuchungen, die den Entwürfen über Flufs- und Seeuferbaue vorhergehen müssen (s. S. 131—209 und 473), gelehrt ist, gilt auch minder oder mehr bey den Entwürfen des Deichbaues. Es ist sonach ausserst schwierig, ja, ich möchte sagen, unmöglich, eine genaue Grenzlinie zwischen den Flufs- Seeufer- und Deichbau zu ziehen; daher haben auch die meisten Schriftsteller der Deichbaukunde zuviel, der Flufs- und Seeuferbaukunde aber zu wenig zugetheilt. In einigen Seegegenden hat man eigene Deichbaumeister bestellt, die mit dem Flufsbaue nichts zu thun haben, woraus natürlich der Nachtheil hervorgieng, dafs sie nur sehr empirisch den Deichbau betrieben, und unbekannt mit den Maximen desselben blieben.

§. 4. Die Benennung *Deich*, welche im Allgemeinen allen solchen Bauanlagen, die die hohen Gewässer von irgend einem Landesbezirk abhalten sollen gegeben wird, ist aus dem Holländischen Worte *Dyck* (*Damm*) entstanden. Deiche können also nicht allein von Erde und Sand, sondern auch von Steinen, Holz und anderem Materiale aufgeführt werden, wie es denn auch Berge gibt, deren vordere Seiten ganz von Mauerwerk sind, als der Maas-Deich gegen den *Orange-Sluis* (T. 32.) in Holland, oder von Werkstücken, als die Murazzi an den Lidi vor Venedig (T. 90.), und wie einige Deiche an der Piave. Man benennet daher auch die Deiche nach dem Material, woraus sie bestehen, als da sind: *Erddeiche*, *Sanddeiche*, *Wierdeiche* (Wier ist Meergras), *Rasendeiche*, *Steindeiche*, *Holzdeiche*, *Buschdeiche* und *Schlickdeiche*; ja *Stroh*- und *Rohrdeiche*, wenn ihre äussere Böschung mit Stroh oder Rohr bekrampt ist. Ausserdem, dafs die Deiche nach dem Material benennet werden, heifsen sie auch nach der Situation oder ihrer Lage, so wie nach dem Zweck, dem sie entsprechen sollen, verschieden. So nennet man z. B. diejenigen Deiche, welche der Richtung des Fluthstromes entgegen stehen, *Fluthdeiche*, diejenigen aber, welche dem Ebbestrom entgegen stehen, *Ebbedeiche*. *Ufer*- oder *Schartdeich* ist ein Deich, der unmittelbar am Bruch-Ufer des Meeres oder des Flusses liegt, und zu dessen Conservation fast immer Uferbauwerke nöthig sind. *Sturm*- *Schlaf*- oder *Rückdeich* ist ein solcher Deich, welcher noch einen zweyten Deich vor sich hat, und wenn er das Land gegen die höchsten Gewässer beschützt, so heifst er *Haupt*- oder *Landdeich*. Hält ein längs einem Flusse liegender Deich blofs die Sommerfluth von dem Lande ab, so nennt man ihn *Sommerdeich*, oder in einigen Seeprovinzen *Tummeldeich*. Liegt der Seedeich auf einem ausgedehnten Vorlande, so nennt man ihn *Grodendeich*, weil Groden so viel als Vorland bedeutet. Ist ein Deich nur auf eine Zeitlang angelegt, um die Arbeit am Hauptdeiche zu erleichtern, und das niedrige gewöhnliche Wasser von diesem abzuhalten, so heifst er *Nothdeich* oder *Kajedeich*. Wird gegen das innere Wasser, längs einem Polder ein Deich angelegt, so heifst derselbe der *Innere*- oder *Binnendeich*, und der *See*- oder *Flufsdeich*, welcher an der See- oder Flufsseite des Polders liegt, der *Aeussere-Deich*. Dringt durch den Haupt-

deich oder hinter demselben durch den Erdboden viel Quellwasser, so wird in einer gewissen Entfernung von ihm, und zwar da, wo das Durchdringen des Wassers aufhört, ein zweyter aber niedriger, etwa einen Schuh hoch über die Oberfläche des Quellwassers reichender Deich angelegt, den man *Quelldeich* nennet. Der Vortheil, den Quelldeiche gewähren, ist vorzüglich längs dem Leckfluſs in Holland anerkannt. Man legt auch einen solchen Quelldeich um einen *Deich - Grundbruch* herum, damit durch diesen das Quellwasser nicht in die Landschaft eintrete. Hat der hohe Strom einen Grundbruch, d. i. einen Kolck im Erdboden verursacht, und man findet es zweckmäſsig, diesen Kolck vor den neuen Deich zu legen, d. i. auszudeichen, so heiſst das neue Deichstück eine *Einlage:* wie denn auch jede Zurücklegung eines Deiches in Holland *Einlage* (Inulaage) genannt wird. Wird der Kolck aber eingedeicht, oder vom Deiche eingeschlossen, so heiſst das Deichstück eine *Auslage.* Legt man aber den Deich durch den Kolck, so heiſst dieses Deichstück eine *Durchdeichung.* *Leitdeiche* heiſsen diejenigen Deiche, welche man längs einem Flusse und insonderheit längs Durchstichen anlegt, um die Strommasse in ein bestimmtes Bett zu halten, dieser letztern Geschwindigkeit, mithin ihr Austiefungsvermögen zu vertärken: wie denn der Bylandsche Durchstich mittelst Leitdeichen vertieft worden ist S. S. 275. Soll aber das Wasser über ein niedriges Deichstück fallen, um in einen gewissen Landesbezirk einzutreten, und auf diese Weise die Wasserhöhe des hohen Wassers zu erniedrigen, so nennet man einen solchen Deichbezirk *Ueberlaſsdeich.* Ein solcher liegt oberhalb Grave, und bey Sparndam S. S. 392 u. 442. Von diesen zwo Ueberlaſsdeichen ist indessen der letztere besonders zweckwidrig. Die Erddämme längs den Innern - Gewässern eines Landes werden aber gewöhnlich *Dämme* und nicht *Deiche* genannt. Ihren Zweck werde ich im zweyten Bande erklären. Auch die Bewallungen der Fisch - und Mühldeiche nennt man *Deichdämme*, oder bloſs *Dämme*, eben so wie die Dämme längs *Canälen*, *Canaldämme* genennt werden. Ein kleines niedriges Dämmchen wird auch *Kade*, *Sommerkade*, wenn es längs einem Mahlbusen (d. i. einem *Teich*, *Canal* oder *Graben*, worin das Wasser durch Schöpfmaschinen aufgefördert wird) liegt, *Busenkade* u. s. w. genannt. Zuweilen legt man eine Kade oder ein Banquet auf einem bestehenden Hauptdeich an, wie dann solche Kade auf einen Theil des Friesischen Seedeichs bey *h i* F. 6. T. 56. angelegt ist. Von Deichen endlich, die dem Anfall des Stromes ausgesetzt sind, sagt man, *daſs sie unter dem Strom liegen;* so wie man von denen, längs welchen der Strom vorbeyzieht, ohne auf sie gerichtet zu seyn, sagt, *daſs sie ober dem Strome liegen.* Zu den Dämmen zählt man auch die hohen Kunststraſsen, welche über ein niedriges Terrain angelegt werden. Was diese anbetrift, so verweise ich denjenigen, welchen der Straſsenbau interessirt, auf mein im Jahr 1804 bey Degen in Wien erschienene practische Anleitung zur Aufführung, Wiederherstellung und Erhaltung bequemer und das Commerz befördernder Landstrassen, und auf die bey Seidel in Sulz-

bach 1808 herausgekommene zweyte Auflage dieser Schrift; übrigens werde ich im dritten Bande dieses Werkes von den Kunststrassen handeln.

§. 5. Wichtiger indessen als alle diese Benennungen ist, in wissenschaftlicher Hinsicht, eine bestimmte Classification der Deiche: in *See*- und *Flufsdeiche*. Da die Deiche, hydrotechnisch betrachtet, vorzüglich nach der Stärke des Angriffes, dem sie Widerstand leisten sollen, angeordnet seyn müssen: so sollte man alle diejenigen Deiche, welche längs Flüssen liegen, — die also vom Eisgange, vom hohen eisfreyen Strome, so wie auch von einem mittelmäfsigen Wellenschlage zugleich angegriffen werden — *Flufsdeiche* benennen. *Seedeiche* hingegen sollte man diejenigen Deiche heifsen, welche an Seen und Meeren liegen, die also insonderheit einem hohen und heftigen Wellenschlage blofsgestellt sind. Endlich bleibt noch eine dritte Art Deiche, die man vor Landseen oder stillstehenden Gewässern anlegt, und die, wie gesagt ist, *Dämme* heifsen, übrig. Auch nennt man solche kleine, mit einer runden Krone versehene Dämme, welche vor den Hauptdeichen über ein niedriges Vorland hinauf entweder senkrecht auf dem Hauptdeich liegen, oder einen gewissen Bezirk einschliefsen, um darin die hohe Fluth, oder das hohe Wasser zum Stillstand zu bringen, oder Bodensatz aufzufangen, *Dämme* und zwar *Dükeldämme* oder *Schlickfangdämme*. Es ist wohl ohne Erinnerung klar, dafs sie nur daselbst eine Wirkung leisten können, wo das Wasser viele Erd- oder Schlicktheile führt, und das ist vorzüglich der Fall mit dem Fluthstrome an den Mündungen grofser Flüsse. Daher trift man solche Schlickfänge- oder Dückeldämme längs der Weser, insonderheit im Lande Wursten, und bey dem Dollard, in Menge an. Solche kleine Dämme werden auch an der See angelegt, um Sonnensalz zu erzeugen. Ich habe deren bey Chiozza und in Istrien sehr gut angelegte zu sehen Gelegenheit gehabt (*).

Es ist diese Eintheilung in *Flufs*- und *See-Deiche* auch um so nothwendiger, da ihre wesentlichen Eigenschaften, d. i. ihr Profil, ihre Lage, und die Masse, woraus sie bestehen, je nach dieser Classification, unter einander abweichen können. So kann man z. B. die *Seedeiche* in manchen Fällen blofs von Sand aufführen, wenn sie nur eine hinreichende Böschung haben, auf welcher die Wellen sanft aufrollen. *Flufsdeiche* von blofsem Sande würde hingegen der hohe Strom und der Eisgang zerreissen und fortschwemmen. Und da der hohe Flufsstrom mehrere Wochen anhaltend ist, und vor dem Deich stehet, welches der Fall mit den Sturmfluthen der See, die nur ein paar Tage dauern, nicht ist, so würde ein Sanddeich längs einem Flusse, vom Wasser durchdrungen und erweicht werden, ja gleichsam als ein Brey auseinander gehen, wie

(*) Merkwürdig ist jedoch bey den längs der Küste von Istrien liegenden Salinen, dafs sie ein Salz geben, welches Erdtheile hat, weil der Fluthstrom eine Menge Erd-Stoffen führt. Gegen Venedig zu bringt aber die See gröfstentheils Sand auf. Aus diesem Localumstande ist das bey Chiozza gewonnene Salz reiner und weifser als das an der Küste von Istrien erzeugte. Ja, wenn man auf dieser auch die Salinen mit Holz wie bey Chiozza ausdiehlen wollte, so würde das Salz dennoch, jenes Umstandes wegen, nicht so rein seyn. Aber das befste Salz in Istrien zu erzeugen ist leicht, wenn man sich zur Siedung der daselbst im Ueberflufs befindlichen Steinkohlen nur bedienen wollte.

denn diefs der Fall mit einem Deiche längs der Elbe gewesen ist. Insonderheit ist der grobkörnigte Sand, nicht aber der grobe Kiesel, der nachtheiligste! Wenn man aber auf den ganz feinkörnigten Sande nur auf die vordere Deichböschung und auf die Krone, eine zwey Schuh dicke Lage von Klay oder guter Erde legen kann, so ist auch kein Durchdringen des Wassers zu fürchten. An Seedeichen braucht diese Klaydecke nur einen Schuh dick zu seyn, wie es die Seedeiche bey Westcappel und bey Goederede hinlänglich beweisen. Des Wellenschlags wegen müssen aber die Seedeiche eine gröfsere Böschung und Kronenbreite (alles andere gleich gesetzt) als die Flufsdeiche erhalten. Mehr aber noch als das Profil der See- und Flufsdeiche ist ihre *Lage* oder *Deichlinie* von einander zu unterscheiden. Die Lage der Flufsdeiche mufs nähmlich unter andern so bestimmt werden, dafs die beyderseitigen Deiche, welche längs den zwo Ufern liegen, den höchsten Strom durchfliefsen lassen, ohne in seinem Laufe eine Störung, oder wohl gar Eisstopfungen, d. i. Eisdämme, zu verursachen. Eine Rücksicht, die bey Seedeichen gar nicht zu beobachten ist! Wir sehen also, dafs man alle diejenigen Deiche, welche an Flüssen liegen, und wenn gleich die Fluth in diesen Flüssen aufläuft, noch *Flufsdeiche* nennen müsse, und diejenigen Deiche, welche längs Seeufern liegen, nur *Seedeiche* genannt werden dürfen.

§. 6. Wiewohl diese Classification statt finden mufs: so haben doch beyderley Deiche mehrere Benennungen gemein, welche auf sie anwendbar sind. So nennet man z. B. einen Landesbezirk, welcher eingedeicht ist, einen *Polder;* er liege längs einem Flusse oder an des Meeres Ufer. Zum Unterschiede sollte man daher jenen einen *Flufspolder*, diesen einen *Seepolder* nennen. Derjenige Landesbezirk aber, welcher zur öconomischen Erhaltung eines Deiches, er sey See- oder Flufsdeich, beyträgt, entweder in Gelde, oder mit Arbeit, heifst ein *Deichband*, *Deichsgemeinschaft*, oder auch *Deichscommune.* Die concurrirenden Grundeigner heifsen aber *Deichsgenossen.* Ein Verzeichnifs von dem Deiche und dessen einzelnen Parcellen, welche den Deichsgenossen zur Unterhaltung zugetheilt sind, heifst *Deichsrolle.* In den mehrsten Fällen tragen ganze Länder zu den Deichslasten bey, und wenn gleich einige Bezirke des Landes gar keinen Vortheil vom Deiche haben. Billiger Weise sollte bey dergleichen Lasten doch ein gewisses dem Vortheil und den gesellschaftlichen Rechten entsprechendes Verhältnifs statt finden. Zum Flufsbau an Hauptflüssen (das sind solche Flüsse, die schiffbar oder flofsbar sind) eines Landes, sollten alle Grundeigenthümer concurriren, weil das Ganze von der bessern Leitung eines Flusses Vortheil hat. Den Deichbau, wenn er keine Beziehung auf die Correction oder den bessern Lauf des Flusses und eine bequemere Schifffahrt hat, sollten aber insbesondere alle diejenigen Grundeigner und Einwohner der Ortschaften bestreiten, welche in solchen Ortschaften wohnen, die selbst, oder deren Felder überschwemmt werden, oder deren Auswässerung litte, wenn keine Deiche vorhanden wären. Könnten diese Ortschaften ohne grofse Anstrengung die Deichlasten nicht tragen, dann erst müfste das *gesammte Land* concurriren, weil

durch ihre zu grofse Anstrengung beym Deichbau das Land in andern Rücksichten leiden würde. Diejenigen Personen, welche über das Deichbauwesen die Direction und Aufsicht haben, heifsen: Oberdeichgrafen, Deichgrafen, Oberdeichinspectoren, Deichinspectoren, Deichbaumeister, Deichaufseher und Deichgeschworne.

Die *Deichordnung* besteht in einer Uebereinkunft, welche die Art der Concurrenz, die Pflichten der Deichsgenossen und der Deichsofficianten festsetzt; sie ist daher ein wesentlicher Gegenstand der Deichswirthschaft, und sollte auf eine raisonnirende Uebersicht des gesammten Localdeichwesens — in Beziehung auf genaue hydrotechnische Karten, hydrometrische Messungen und Beobachtungen — gegründet seyn; Ja! sie sollte zugleich geschichtliche Nachrichten von den mit dem Deichbau und der Deichlinie vorgegangenen Veränderungen und von den auf die Anlagen erfolgten Wirkungen darlegen; ferner die Flufs- und Deichbau-Conventionen mit dem Nachbar, und überdiefs ein *Landesdeichrecht*, worin die allgemeine Deichpflichtigkeit und die Strafen für Deichsbeschädiger u. s. w. festgesetzt seyn mögen, enthalten. Wünschenswerth bleibt es indessen, dafs irgend ein Jurist in Verbindung eines Wasserbaumeisters, ein allgemeines Deichrecht, welches der Hydrotechnik entspricht, entwerfen möchte, woran es den Gesetzbüchern bis jetzt noch mangelt, und das je nach dem Provincialherkommen, in jedem Lande, mit einigen Abänderungen entworfen werden müfste. Da die Deiche jährlich an ihrer Höhe durch den Regen und Frost etwas verlieren, auch das Vieh, welches von allen solchen Deichen, die nicht Böschungen von wenigstens 4 bis 6 Fufs und gröfsere haben, entfernt gehalten werden mufs, bey schlechter Aufsicht aber viel ruinirt; so wie die hohen Gewässer Beschädigungen anrichten, der Erdkörper des Deiches anfänglich schwindet, endlich der Regen von den Böschungen stets Erdtheile abspühlt, so mufs der Deich zu Ende Aprils oder im Monat May besichtiget, und alle Reparaturen veranstaltet werden. Im Herbste wird dann der Deich von dem Oberdeichinspector oder auch wohl von diesem und den Civilbeamten nochmahls besichtiget, um zu untersuchen, ob das im Frühling verfügte bewerkstelligt sey. Solche Besichtigungen nennt man eine *Deichschau*. Die Besichtigung im Frühling heifst die *Vorschau*, und die im Herbste, die *Nachschau*.

§. 7. Insofern nun das Queerprofil oder *Besteck* der Seedeiche dem der Flufsdeiche ähnlich ist, so will ich es in diese allgemeine Erklärung mitaufnehmen. Das Queerprofil eines Deiches besteht nähmlich: 1) aus dem *Deichfufs* $a e$ (F. 62. T. 84.), welcher auf dem Grunde oder dem sogenannten *Deichstaal* liegt; 2) besteht es aus der *Krone* oder *Kappe* $g h$; 3) aus der *Aeufsern-Böschung* $h e$; 4) aus der *Inneren-Böschung* $g a$; 5) der Theil $g h a e$ heifst der Innere-Theil des Deiches; 6) hat der Deich landwärts noch einen Absatz, der entweder zu einem Fufspfad oder Wege dient, oder der die Durchsickerung des Quellwassers verhindert, so heifst dieser Absatz die *Deichberme*. Der Graben, welcher längs einem Deiche ausgehoben wird, um die daraus genommene Erde zum Deich zu benutzen, heifst der *Deichgraben* oder *Deichslot*.

Wird die Erde aber in einer gewissen Entfernung vom Deiche aus einem Bezirke genommen, so nennt man diesen die *Deichgrube oder auch die Deichputte.*

Die Gröſse der Böschungen wird aber nach dem Verhältniſs, wie sich die Basis von dem Böschungstheil *h e* zu dessen verticalen Höhe verhält, ausgedruckt. Ist dieses Verhältniſs wie 2 : 1, so sagt man, die Böschung sey zwey Schuh auf jeden Schuh Höhe, oder zweyschuhig u. s. w.

§. 8. Die Grundsätze des Deichbaues bestehen vorzüglich in Folgendem: I. *In Rücksicht der Fluſsdeiche, insbesondere ihre Lage, Höhe und Stärke betreffend.* Wenn man nämlich bey der Anlage eines Deiches bloſs auf Ersparniſs sein Augenmerk richten müſste, und nicht auf die Beschaffenheit des Flusses, so wie auf des Stroms Anschwellungen und auf die Eisgänge, dann würde man freylich diejenige Deichlage oder Deichlinie für die zweckmäſsigste halten müssen, welche die kürzeste ist, dennoch den gröſsten Erdraum einschlieſst, dem Deich die mehrste Stärke giebt, und, um der Ersparniſs willen, auf den höchsten Boden gelegt ist. Dieses ist aber in der Praxis kein allgemein anwendbarer, also kein hinreichender Grundsatz; sondern es muſs die Deichlinie, längs Flüssen, wo möglich dergestalt angeordnet werden, daſs 1) der Hauptdeich nicht so weit in den Bug derjenigen Serpentinen, die für den Lauf des Flusses nachtheilig sind (das sind solche, welche zu spitz sind, daher Eisstopfungen erzeugen, und die Geschwindigkeit, welche zur Reinhaltung des Fluſsbettes nöthig ist, verringern) hineingelegt werde, so daſs er den hohen Strom nach dem concaven und im Abbruch liegenden Ufer hinüberdränge, folglich dessen Einsturz vermehre. 2) Ist dem Deiche ein so groſses Vorland, als die öconomische Absicht, um welcher willen der Deich angelegt wird, und die hydrotechnische Rücksicht auf den Fluſs es gestatten, zu belassen. 3) Muſs zwischen zweyen gegenüberliegenden Deichen — oder zwichen einem Deiche und dem ihm gegenüberliegenden hohen Ufer — der höchste Eisstrom oder eisfreye Strom vorüberflieſsen können, ohne daſs die Profilstellen oberhalb eine Anschwellung oder Retardation des Stroms hervorbringen; ja, ohne daſs sie die Eismassen in ihrem Fortgange hemmen. 4) Kann man aber die kürzeste Linie und das höchste Terrain wählen, desto besser. Noch zweckmäſsiger ist es insonderheit, wenn man bey der Deichlinie auch die Zufuhren aus denen Bezirken, woraus die Deicherde genommen werden muſs, durch ihre Annäherung an diese Bezirke erleichtern kann. 5) Allen andern Rücksichten muſs aber der Grundsatz vorgehen; daſs die Deichweiten stets dergestalt situirt seyn, daſs sie keine Eisstopfungen und schädliche Stromanschwellungen verursachen. Ist es also nöthig: längs einem Flusse neue Bedeichungen vorzunehmen; hat man die Deichweiten, das sind die Entfernungen der gegeneinander überliegenden Deiche, zu bestimmen, so kann dieſs folgendermassen geschehen: Die erste Methode ergiebt sich a) wenn die natürlichen Engen zwischen hohen die höchsten Wasserstände übersteigenden Ufern als ein Normal angenommen werden, wobey jedoch zu bemerken ist, daſs die Geschwindigkeit in diesen Engen

nicht so schnell seyn darf, daſs das Wasser die Böschung des Ufers angreift; denn sonst würden die naheliegenden Deiche bey ähnlicher Geschwindigkeit nicht Widerstand leisten können, es sey denn, daſs man sie mittelst Steinböschung deckte. In diesem Falle mag man also die Deichweiten um etwas gröſser, als die natürlichen Engen machen. b) Bey zu groſser, den Deichen drohender Geschwindigkeit des Stromes, müssen aber die Deichweiten so groſs seyn, daſs das Profil, in die vorüberfliessende Wassermasse dividirt, eine solche Geschwindigkeit des Stromes zuläſst, welche keinen sonderlichen und schädlichen Angriff auf das Ufer hervorbringen kann. Kennt man nun diese unschädliche mittlere Geschwindigkeit und die vorüberfliessende Wassermenge, so kann man die Gröſse des Profils bestimmen. S. s. 200. Weiſs man dann ferner die Wasserhöhen zwischen ähnlichen Profilen, so kann die mittlere Höhe des Wasserstandes vom Queerschnitt des höchsten Stromes leicht berechnet werden. Wird diese aber in den Inhalt des Profils selbst dividirt, so erhält man die Profilweite, d. i. die gesuchte Entfernung der gegenüber liegenden Deiche. c) Es muſs also allerdings die Wassermenge, welche bey den höchsten Anschwellungen des Stroms vorüber flieſst, beyläufig bekannt seyn. Bey diesem Satze ist noch anzumerken: daſs das Vorland längs Flüssen fast eine und dieselbe Höhe hat, d. i. nach dem Queerschnitte des Flusses genommen, beynahe horizontal liegt, daſs also, in Beziehung auf den höchsten Wasserstand, kein bedeutender Unterschied in der mittlern Höhe des Profils von dem vorüberflieſsenden Wasserkörper statt finden kann, wenn auch die Deiche etwas weiter von einander gelegt, oder näher zusammengerückt werden. Also müssen in diesem Falle — wenn das Vorland unter der Höhe des zwischen den natürlichen Ufern stets flieſsenden Stromes liegt — die Deichweiten gröſser als die Breite der Queerprofile zwischen eben diesen natürlichen Ufern seyn. d) Findet der Ingenieur aber bereits an dem Flusse enge Profile zwischen den Deichen — die ich *Deichengen* nennen will — so ist es zweckmäſsig, daſs er an anderen Stellen die Entfernungen der gegenseitigen Deiche, in Beziehung auf den höchsten Wasserstand, eher gröſser, als kleiner, wie solche Deichengen, anordne. e) Insonderheit müssen aber die Deiche desto mehr auseinander gelegt werden, je gröſser die Wassermenge des Stromes eines und desselben Flusses wird, d. i. je nachdem sich mehrere Nebenflüsse in den Hauptfluſs einmünden, so daſs also die Profilweiten zwischen zwo gegenüberliegenden Deichen — in Beziehung auf den höchsten Wasserstand und die Lage des Vorlandes — gröſser seyn müssen, je näher sie des Flusses Mündung liegen. f) Dieser Grundsatz ist auch um so nothwendiger in Ausübung zu bringen, weil — nach der Natur der Flüsse — in den untern Fluſsbezirken die Geschwindigkeit des Stromes fast allemal geringer, als in den obern ist. Diesem Grundsatze entgegen, finden wir aber leider die meisten Bedeichungen angelegt, welches die, zu diesem Werke gehörigen Fluſskarten evident beweisen. Kein Wunder also, wenn die mit Deichen eingeengten Flüsse, in ihren untern Bezirken so oft anschwellen, über die Deiche stürzen, Eisstopfun-

gen, Deichbrüche und schädliche Ueberschwemmungen verursachen. Sind aber in den obern Flufsbezirken die Deiche zu weit entfernt, so verliert der hohe Strom, die zur Austiefung des Bettes erforderliche Geschwindigkeit, wie das dann der Fall in vielen oberen Flufsgegenden, wie z. B. am Oberrhein und der Donau ist. Daher versanden sich dann auch die Betten dieser Flüsse, steigen immer höher empor und verändern sehr oft ihre Lage. Daher vorzüglich die Menge Inseln, die schädlichen seichten und Serpentinen, so wie die vielen Verwüstungen, welche diese Flüsse anrichten.

§. 9. Wir sehen also, dafs die gegenseitige Entfernung der Deiche nicht blofs von der Gröfse des Vorlandes, noch von der Breite des Flufsbettes abhängig sey, wie so viele Schriftsteller gelehrt haben, sondern dafs sie den hydrotechnischen Flufsbau-Anlagen, der Correction des Flusses, und den hohen Anschwellungen des Stromes entsprechen müsse, So mufs man die Deiche z. B. öfter näher zusammen rücken, als es die öconomischen Absichten erheischen, um nur mittelst Einschränkung des Stromes, dessen Geschwindigkeit und Austiefungsvermögen zu vergröfsern: insonderheit findet dieser Fall bey solchen Flüssen statt, deren Bett — während der fehlerhaften Führung des Flufsbaues oder Vernachlässigung der Kunstmittel — sich sehr erhöhet hat, und das also, so wie die Durchstiche, vermittelst Leitdeichen vertieft werden mufs. Dieses Mittel ist unter andern bey dem Bylandschen Durchstich der Waal und bey der Neuen - Yssel (s. S. 275. — 278.) mit dem besten Erfolge angeordnet worden.

Oefters nöthigt indessen auch das Local zum Gegentheil dessen, was eine, den so eben aufgestellten Grundsätzen entsprechende Maxime vorschreibt: d. i. zu gröfseren Deichweiten. Wenn es nämlich öconomisch nöthig ist, dafs die niedrigen Weiden - oder Wiesenbezirke von dem mit Schlick oder Fufsschlamm gesättigten Winter-Herbst - oder Frühlingswasser bedeckt werden, um den Wachsthum der Gräsereyen zu befördern. In diesem Falle ist es also zweckmäfsig, die Hauptdeiche weiter, als die hydrotechnisen Absichten es verlangen, von einander zu entfernen, und vor ihnen solche Sommerdeiche, welche der Correction des Flusses entsprechen, anzulegen. Es ist auch diese Maafsregel um so nothwendiger, da diejenigen Wiesenbezirke, welche hinter den Hauptdeichen liegen, die Bewässerung mit fettem Flufswasser entbehren, wenn man keine kostbaren Schleusen und Deiche, die das eingelassene Wasser vom Saat-Lande abhalten, anlegen kann. Ist der Boden dieser Bezirke porös, so dafs er Quellwasser durchläfst, dann wird dieses die Gräsereyen verderben, weil es klar und ohne düngende Schlicktheile ist. Bey dem Eintritte des Quellwassers ist es aber zweyfach nöthig, die Wiesen zur Winterszeit mit Flufswasser zu bedecken, damit die Gräsereyen gedüngt, und gegen die schädliche Wirkung des Quellwassers gesichert werden. Diesen Grundsätzen, welche von der Erfahrung bestättigt sind, zuwider, finden wir aber an den mehrsten Flüssen grofse, dem Quellwasser ausgesetzte Bezirke eingedeicht, welche vor dem Hauptdeiche hätten liegen müssen, Sie tragen aber auch wenig und schlechtes Gras, wenn die Wiesen des Vorlandes gesundes, und viel Futter

bringen. Ja! selbst ein beträchtlicher Theil von Holland ist um mehrere Jahrhunderte zu früh eingedeicht worden, ehe er noch mittelst des Flufsschlammes die nöthige Höhe — um vom Quellwasser nichts mehr leiden zu dürfen — erreicht hatte. Daher liegen denn auch jezt die Flüsse Hollands mit ihren Betten sowohl, als mit ihren Oberflächen höher dann die eingedeichten Bezirke, Polders, genannt. Daher auch zum Theil und wegen der zu niedrigen Deiche, die vielen verheerenden Ueberschwemmungen.

§. 10. Die *Deichlinie* mufs nun auch eine solche Richtung erhalten, dafs der Deich dem hohen Wellenschlage, dem Angriff des hohen Stromes und dem Eisschube so viel als möglich entzogen wird. Wo sich aber in diesem Betracht eine nachtheilige Situation nicht vermeiden läfst, mufs das Vorland mit Buschholz und Kopfweiden bepflanzt, ja es müssen Höfter und Kribben, längs dem Ufer, angelegt werden, um die Gewalt des Eisstromes, so wie des eisfreyen Stromes und der Wellen; mithin den Angriff dieser Kräfte auf den Deich, zu schwächen. Hülfsmittel, von denen bereits beym Flufs- und Seeuferbau gehandelt worden ist. Oder man wird auch, wo der Angriff nicht so heftig ist, sich mit blofsen Ufer-Revettements und Belegung der Deichsböschung mit Steinen und anderm Material behelfen können, als worüber ich unten noch Einiges anführen werde. Ferner hängt die Deichlinie zuweilen von der eigenthümlichen Localität des *Deichstaals*, d. i. von demjenigen Bezirke, worauf der Deich zu liegen kömmt, so wie von dem Princip, dafs man dem Deiche so wenig *Aus-* und *Einbiegungen* als möglich, geben müsse, ab. Die letztern verstärken nähmlich den Wellenschlag, indem sie den Wellen keine freye Ausdehnung zulassen, und man setzt dadurch also den Deich dem Angriff des wogenden Stromes und Eisschubes aus. Ueberhaupt ist es ein Hauptgrundsatz: dafs man weder dem Strome, noch dem Wellenschlage oder Eisgange viele Angriffspuncte des Deiches darbieten darf, mithin die Deichlinie weder hervorspringend noch zurückziehend bestimmen mufs, so viel es nur immer anderer Rücksichten wegen — als öconomische — und die Natur des Terrains es gestatten, geschehen kann. Auch mufs man in dieser Hinsicht bey der Deichlinie alle scharfen Ecken, wenn nicht besondere Umstände dieselben nothwendig machen, sorgfältig vermeiden.

Wenn also z. B. ein Grundbruch im Deiche erfolgt ist, so ist es zweckmäfsiger, den Wasserkolck durchzudeichen, wenn er anders nicht zu tief ist, und sein kleinster Theil innerhalb des Deiches in kurzer Zeit und ohne allzu grofse Kosten mit Erde, zur Höhe des Mayfelds, angefüllt werden kann. Ist eine solche Ausfüllung aber zu kostbar, so ist die Ausdeichung des Kolckes weit zweckmäfsiger als die Eindeichung, a) weil der vor dem Deich liegende Kolck bey hohen Wasserständen zuschlicken kann, und die concave Deichlinie doch noch besser als eine convexe, des Angriffs vom Strome wegen, ist b) durch den eingedeichten Kolck ins Land viel Quellwasser eindringt, wenn man ihn nicht mit einem Quelldeich umgiebt; endlich c) ein etwaiger Ueberstурz des Wassers, über den Deich in den Kolck, leicht einen Durchbruch verursa-

gen, Deichbrüche und schädliche Ueberschwemmungen verursachen. Sind aber in den obern Flufsbezirken die Deiche zu weit entfernt, so verliert der hohe Strom, die zur Austiefung des Bettes erforderliche Geschwindigkeit, wie das dann der Fall in vielen oberen Flufsgegenden, wie z. B. am Oberrhein und der Donau ist. Daher versanden sich dann auch die Betten dieser Flüsse, steigen immer höher empor und verändern sehr oft ihre Lage. Daher vorzüglich die Menge Inseln, die schädlichen seichten und Serpentinen, so wie die vielen Verwüstungen, welche diese Flüsse anrichten.

§. 9. Wir sehen also, dafs die gegenseitige Entfernung der Deiche nicht blofs von der Gröfse des Vorlandes, noch von der Breite des Flufsbettes abhängig sey, wie so viele Schriftsteller gelehrt haben, sondern dafs sie den hydrotechnischen Flufsbau-Anlagen, der Correction des Flusses, und den hohen Anschwellungen des Stromes entsprechen müsse, So mufs man die Deiche z. B. öfter näher zusammen rücken, als es die öconomischen Absichten erheischen, um nur mittelst Einschränkung des Stromes, dessen Geschwindigkeit und Austiefungsvermögen zu vergröfsern: insonderheit findet dieser Fall bey solchen Flüssen statt, deren Bett — während der fehlerhaften Führung des Flufsbaues oder Vernachlässigung der Kunstmittel — sich sehr erhöhet hat, und das also, so wie die Durchstiche, vermittelst Leitdeichen vertieft werden mufs. Dieses Mittel ist unter andern bey dem Bylandschen Durchstich der Waal und bey der Neuen - Yssel (s. S. 275. — 278.) mit dem besten Erfolge angeordnet worden.

Oefters nöthigt indessen auch das Local zum Gegentheil dessen, was eine, den so eben aufgestellten Grundsätzen entsprechende Maxime vorschreibt: d. i. zu gröfseren Deichweiten. Wenn es nämlich öconomisch nöthig ist, dafs die niedrigen Weiden - oder Wiesenbezirke von dem mit Schlick oder Fufsschlamm gesättigten Winter-Herbst - oder Frühlingswasser bedeckt werden, um den Wachsthum der Gräsereyen zu befördern. In diesem Falle ist es also zweckmäfsig, die Hauptdeiche weiter, als die hydrotechnisen Absichten es verlangen, von einander zu entfernen, und vor ihnen solche Sommerdeiche, welche der Correction des Flusses entsprechen, anzulegen. Es ist auch diese Maafsregel um so nothwendiger, da diejenigen Wiesenbezirke, welche hinter den Hauptdeichen liegen, die Bewässerung mit fettem Flufswasser entbehren, wenn man keine kostbaren Schleusen und Deiche, die das eingelassene Wasser vom Saat-Lande abhalten, anlegen kann. Ist der Boden dieser Bezirke porös, so dafs er Quellwasser durchläfst, dann wird dieses die Gräsereyen verderben, weil es klar und ohne düngende Schlicktheile ist. Bey dem Eintritte des Quellwassers ist es aber zweyfach nöthig, die Wiesen zur Winterszeit mit Flufswasser zu bedecken, damit die Gräsereyen gedüngt, und gegen die schädliche Wirkung des Quellwassers gesichert werden. Diesen Grundsätzen, welche von der Erfahrung bestättigt sind, zuwider, finden wir aber an den mehrsten Flüssen grofse, dem Quellwasser ausgesetzte Bezirke eingedeicht, welche vor dem Hauptdeiche hätten liegen müssen, Sie tragen aber auch wenig und schlechtes Gras, wenn die Wiesen des Vorlandes gesundes, und viel Futter

bringen. Ja! selbst ein beträchtlicher Theil von Holland ist um mehrere Jahrhunderte zu früh eingedeicht worden, ehe er noch mittelst des Flufsschlammes die nöthige Höhe — um vom Quellwasser nichts mehr leiden zu dürfen — erreicht hatte. Daher liegen denn auch jezt die Flüsse Hollands mit ihren Betten sowohl, als mit ihren Oberflächen höher dann die eingedeichten Bezirke, Polders, genannt. Daher auch zum Theil und wegen der zu niedrigen Deiche, die vielen verheerenden Ueberschwemmungen.

§. 10. Die *Deichlinie* mufs nun auch eine solche Richtung erhalten, dafs der Deich dem hohen Wellenschlage, dem Angriff des hohen Stromes und dem Eisschube so viel als möglich entzogen wird. Wo sich aber in diesem Betracht eine nachtheilige Situation nicht vermeiden läfst, mufs das Vorland mit Buschholz und Kopfweiden bepflanzt, ja es müssen Höfter und Kribben, längs dem Ufer, angelegt werden, um die Gewalt des Eisstromes, so wie des eisfreyen Stromes und der Wellen; mithin den Angriff dieser Kräfte auf den Deich, zu schwächen. Hülfsmittel, von denen bereits beym Flufs- und Seeuferbau gehandelt worden ist. Oder man wird auch, wo der Angriff nicht so heftig ist, sich mit blofsen Ufer-Revettements und Belegung der Deichsböschung mit Steinen und anderm Material behelfen können, als worüber ich unten noch Einiges anführen werde. Ferner hängt die Deichlinie zuweilen von der eigenthümlichen Localität des *Deichstaals*, d. i. von demjenigen Bezirke, worauf der Deich zu liegen kömmt, so wie von dem Princip, dafs man dem Deiche so wenig *Aus*- und *Einbiegungen* als möglich, geben müsse, ab. Die letztern verstärken nähmlich den Wellenschlag, indem sie den Wellen keine freye Ausdehnung zulassen, und man setzt dadurch also den Deich dem Angriff des wogenden Stromes und Eisschubes aus. Ueberhaupt ist es ein Hauptgrundsatz: dafs man weder dem Strome, noch dem Wellenschlage oder Eisgange viele Angriffspuncte des Deiches darbieten darf, mithin die Deichlinie weder hervorspringend noch zurückziehend bestimmen mufs, so viel es nur immer anderer Rücksichten wegen — als öconomische — und die Natur des Terrains es gestatten, geschehen kann. Auch mufs man in dieser Hinsicht bey der Deichlinie alle scharfen Ecken, wenn nicht besondere Umstände dieselben nothwendig machen, sorgfältig vermeiden.

Wenn also z. B. ein Grundbruch im Deiche erfolgt ist, so ist es zweckmäfsiger, den Wasserkolck durchzudeichen, wenn er anders nicht zu tief ist, und sein kleinster Theil innerhalb des Deiches in kurzer Zeit und ohne allzu grofse Kosten mit Erde, zur Höhe des Mayfelds, angefüllt werden kann. Ist eine solche Ausfüllung aber zu kostbar, so ist die Ausdeichung des Kolckes weit zweckmäfsiger als die Eindeichung, a) weil der vor dem Deich liegende Kolck bey hohen Wasserständen zuschlicken kann, und die concave Deichlinie doch noch besser als eine convexe, des Angriffs vom Strome wegen, ist b) durch den eingedeichten Kolck ins Land viel Quellwasser eindringt, wenn man ihn nicht mit einem Quelldeich umgiebt; endlich c) ein etwaiger Ueberstürz des Wassers, über den Deich in den Kolck, leicht einen Durchbruch verursa-

chen kann. Macht aber der Deich zu beyden Seiten des Kolckes schon eine beträchtliche Biegung, so ist es zweckmäfsig, die krummen Deichenden ganz zu verlassen, und sich mittelst einer geraden neuen Deichlinie vom Kolck, so viel als möglich landwärts, zu entfernen, wenn anders wichtige Gebäude eine solche neue Einlage nicht untersagen. Auf diese Weise wird auch der ausgedeichte Kolck von dem Flufsschlick zugefüllt werden können. In diesem Betracht ist es sonach zweckmäfsig, die Deichgruben oder den Deichgraben, wo möglich, vor den Deich und nicht hinter demselben zu legen. Damit aber die Deichgruben weder zusammen ein Wasserbecken ausmachen, noch ihr Wasser das sie umgebende Ufer abspühle, und dieselben eher anschlicken oder sich mit Flufsschlam füllen, so müssen sie mittelt Erdräumen von 12 bis 18 Schuh getrennt, und jenachdem der Boden porös ist, vom Deiche weiter entfernt, auch so wenig tief als möglich gemacht, und jede Grube nicht länger und breiter als etwa 36 Schuh seyn.

Wir sehen demnach, dafs es bey der Bestimmung der Deichlinie auf gar mancherley Rücksichten ankömmt, und dafs man alle Localumstände (die Zwecke, welche man mit den Deichen erreichen will) so wie auch die Hülfsmittel, deren man sich zu bedienen hat, wohl überlegen müsse, ehe die Lage eines Deiches bestimmt werden kann. Sie wird insonderheit bey solchem Locale schwierig, wo sich zwey Flüsse vereinigen, die wechselseitig schädliche Eisstopfungen und Ueberschwemmungen verursachen. Es sollen nähmlich bey ihm die Deiche beyder Flüsse einen gemeinschaftlichen Zweck, d. i. die unschädlich schnelle Abführung der hohen Eisströme bewirken und zur Beschützung der Flufsgegenden beytragen. Wenn nun gleich solche Localfälle unter einander sehr verschieden sind, so wird doch schwerlich ein Fall vorkommen, den der angehende Hydrotect in der Praxis nicht glücklich auflösen sollte, nachdem er sich mit den in diesem Werke über den Flufsbau vorgetragenen Grundsätzen und Beyspielen bekannt gemacht hat. Wie z. B. einer der schwierigsten Fälle, ich meine die gleichzeitig zu bewirkende Bedeichung zweyer Flüsse, wie unter andern die von mir bewerkstelligte Bedeichung des Mayns oberhalb seiner Mündung und des Rheins oberhalb Maynz, die ich unten beschreiben werde, hierüber nähern Aufschlufs giebt.

§. 11. *Von der Höhe der Flufsdeiche* werde ich nur in der Kürze bemerken: dafs die Krone einen bis drey Schuh über die höchsten Anschwellungen des Eisstromes reichen müsse, nähmlich bey guter Deicherde und zwar, jenachdem der Deich dem Strome, dem Eisschube oder auch dem Wellenschlage blofsgestellt ist, höher gelegt werden möge. Sommerdeiche legt man aber nur einen Schuh über das gewöhnliche hohe Sommerwasser. Hätte man es längs unseren Flüssen nicht mit dem Eisgange zu thun, so möchten die Deiche nur drey Schuh über den höchsten offenen oder eisfreyen Strom, des Wellenschlags wegen, der an grofsen Flüssen, wie z. B. am Rhein eine verticale Höhe von $2\frac{1}{2}$ Schuh über die Wasserfläche erreicht — bestimmt werden. In unserm Clima sind wir nun aber einmahl genöthigt, auf die Eisgänge und Eissto-

pfungen, welche die Flüsse zu einer für die Deiche verderblichen Höhe anschwellen, Rücksicht zu nehmen. Da nun die bisher bekannten höchsten Wasserstände auch die stärksten Eisstopfungen in Bewegung gesetzt haben — denn die Wassermasse muſs die Eismasse zu heben im Stande seyn, um sie fortzudrücken; — so ist kein Grund vorhanden, warum man in der Zukunft eine noch gröſsere Höhe des Eisstromes erwarten sollte, es sey denn, daſs man die hydrotechnischen Correctionen des Flusses vernachläſsige und dessen Lauf noch mehr serpentirend mache, oder dessen Bett sich erhöhen und versanden lasse.

Soll aber ein Fluſs erst bedeicht werden, so wird die Wassermasse, nach vollendeter Bedeichung, höher als vorher steigen, wenn man die Profile schmälert, so lange die Geschwindigkeit nicht im Verhältniſs der Verkleinerung der Profile wächst s. S. 31 u. s. w. Man wird daher zwischen solchen Fluſsbezirken, die von natürlichen hohen Ufern gebildet werden, und beyläufig eben so weit, als die Bedeichungen des Flusses von einander liegen, bey denen auch die Situation des Flusses und dessen Profile der Situation und den Profilen der zu bedeichenden Fluſsstrecke ähnlich sind, den Unterschied des höchsten und niedrigsten Stromstandes, oder die Höhe von jenem über den Nullpunct des Pegels s. S. 35 u. s. w. kennen, um die Deiche ein bis drey Schuh über diesen Wasserstand erhaben, und insbesondere in Beziehung auf die Exposition des Deiches gegen den Strom so wie auf die Serpentinen, welche gewöhnlich die Eisstopfungen hervorbringen, zu legen. Sind die Deiche, wie gewöhnlich, zwey oder drey Fuſs unter dem höchsten Eisstrome, oder den höchsten Wasserständen und dem höchsten Wellenschlage gelegt, so wird ihre innere Böschung von dem über sie fallenden Wasser und Eise ausgerissen, die Kappe wird durchbrochen, und die Ueberschwemmung der eingedeichten Landschaft erfolgt unausbleiblich. Ja! nach erfolgten Deichbrüchen sind solche zu niedrig liegende Deiche noch weit schädlicher für die Beschaffenheit des Flusses und für die Fluſsgegenden, als wenn gar keine Deiche vorhanden wären: denn der anfänglich zum Theil durch sie aufgeschwellte Strom stürzt mit Gewalt durch die Deichbrüche, führt dann Sand und Kiesel auf die Fluren, über welche der unbeschränkte, also niedrige Strom, nur sein feinstes, d. i. fettes Material verbreitet, und das gröbere in des Flusses Bett gelassen haben würde, wenn Seitenströme, welche die Deichbrüche formiren, nicht statt gefunden hätten. Die Deichbrüche schwächen auch überdieſs die Geschwindigkeit des eigentlichen Stromes, indem sie tiefe Seitenströmungen bilden; denn es steht zuweilen das Eis noch im Fluſsbette in Eisdämmen fest, wenn es durch die Deichbrüche zieht. Daher tragen denn auf diese Weise die seitwärts des Flusses durch Deichbrüche ausgetretenen Eisgänge nicht nur nichts zur Reinigung der Fluſsbetten bey, sondern sie häufen dieselbe noch mit grobem Kiesel und Material an; ja sie verstopfen sogar Fluſsärme, die sie nicht nur rein gehalten, sondern noch vertieft haben würden, wenn man die gesammte Wasser- und Eismasse, zwischen hohen Deichen zu flieſsen genöthigt hätte.

Wiewohl nun im Wasserbau manche sonderbare Verfahrungsarten anzutreffen sind, so ist doch wohl keine zweckwidriger, als dafs man die Hauptdeiche unter die höchsten Wasserstände legt, und doch findet dieser Fall selbst in Holland und an den mehresten Flüssen in Europa statt, wie aus diesem Werke hervorgeht. Der Deich soll ja das Land gegen alle Ueberschwemmungen schützen. Wenn man nun Deiche hat, die niedriger als die höchsten Wasserstände liegen, und bey denen zur Zeit der Gefahr, wegen ihrer Länge, keine schleunige hinreichende Aufdämmung möglich ist, so müssen nothwendig die hohen Anschwellungen des Stromes über die Deiche stürzen, diese zerreissen, und Ueberschwemmungen verursachen. Ueberdiefs aber müssen alle Deiche nach und nach niedriger werden, weil die Regengüsse, der Frost und das Eintrocknen, die Erdtheile ablöst, und den Deichkörper schwinden macht; mithin mufs man ihre Höhe gleich nach allen diesen Rücksichten einrichten und stets erhalten. Entbehren nun die Deiche überdiefs, eine Reihe von Jahren, der nothwendigsten Ausbesserungen, so ist es ganz begreiflich, dafs sie niedriger, als das anfängliche Besteck besagt, seyn müssen. Bey der Rectificirung der Deiche, oder bey einer neuen Bedeichung müssen daher auf 50 Ruthen Abstand Nummer-Pfähle, tief in dem alten Deiche, oder in dem festen sich gesetzten Theil des neuen Deichs, placirt werden, woran die Höhe des Deiches über den Nullpunct des Pegels bezeichnet ist, und die man stets conserviren mufs. Diese Pfähle geben auch bey Reparaturen die Bezeichnung der Deichstellen an. Endlich werden die Deiche fast an allen Flüssen relativ niedriger, weil die Flufsbetten, bey Unterlassung zweckmäfsiger hydrotechnischer Hülfsmittel, sich erhöhen, also auch die Oberfläche des hohen Stromes steigt, und Eisstopfungen, mithin Anschwellungen und ein hoher Stand des Eisstromes, darauf folgen. Man mufs also auch nach diesen Erhöhungen der Flüsse die Deiche erhöhen.

§. 12. Wenn nun gleich alle diese Fälle bey den mehrsten Flüssen und Bedeichungen eingetreten und Ueberschwemmungen derer Landesbezirke, welche mittelst der Deiche beschützt werden sollten, bey jedem ausserordentlichen Wasser erfolgt sind, so wird doch nur in wenigen Flufsgegenden auf eine Erhöhung der Deiche gedacht. Selbst in Holland, dessen Existenz vom Wasserbau abhängt, dem eine ähnliche Ueberschwemmung, wie die von 1799, Millionen kostet, dessen Flüsse dadurch, dafs die Eismassen sich seitwärts ins Land ergiefsen, und nicht zwischen den Deichen bleiben, gar nicht tief erhalten werden können, sondern für die Auswässerung des Landes und die Schifffahrt auf die beunruhigendste Weise emporsteigen. — Selbst dort sind die Hauptdeiche längs der Waal und dem Niederrhein zwey bis fünf Schuh und darüber zu niedrig, und überdiefs äusserst ungleich! Ja! wiewohl diese Mängel vor Augen liegen, auch die Erfahrung uns lehrt, dafs man sich mit schnellen Aufdämmungen zur Zeit der Noth nur äusserst selten schützen könne; wiewohl endlich die localkundigen Personen und die geschicktesten Wasserbaukundigen die Deicherhöhungen für zweckmäfsig erachten und über die unzureichenden Geldmittel, welche

zum wasserbauwesen angewiesen sind, klage führen: so geht man dennoch mit einer unglaublichen, ja unverantwortlichen sorglosigkeit zu werke; läfst alles beym Alten und die Deiche in einer allzuniedrigen Lage. Für die correction der Hauptflüsse geschieht auch wenig; ja man legt eine Menge partieller Deichengen an den untern Flüssen; gestattet den Hauptflüssen schädliche Mündungen ins Meer, und sieht den versandungen der Flüsse, so wie der Fahrwasser, ziemlich gleichgültig zu. Das geschieht alles natürlich gegen den willen der geschickten wasserbaumeister! Eben so und weit ärger wird an andern Flüssen und in manchem andern Lande verfahren, nur freylich mit dem unterschiede, dafs die beym wasserbauwesen Employirte es nicht nur gut heifsen, sondern wohl gar anordnen, oder doch wenigstens vertheidigen. In einem sehr verwahrlosten zustande befinden sich die Deiche oder Dämme am Po, der Brenta und der Etsch, so wie an mehreren Flüssen Italiens, die ich i. J. 1803 bereiste. Dieselben werden aber daher auch bey jeder hohen Anschwellung der Flüsse zerrissen; und so überschwemmen diese die fruchtbarsten Gefilde Italiens. Ja die Flufsbetten erhöhen sich dergestalt, dafs einige seit einem Jahrhundert weit über die nahen Flufsgegenden empor gestiegen sind, und noch jährlich nehmen diese versandungen zu. Ueberhaupt sind die mehresten Flufsdeiche in Europa, nur auf die höchsten Fluthen, welche beym *eisfreyen* strome erfolgt sind, nach und nach erhöhet worden; folglich ist bey ihnen noch nicht für das Austreten der Eisströme gesorgt.

Oefters lassen sich auch mit einer grofsen Geldersparnifs die alten Deiche erhöhen, wenn man z. B. auf die breite Krone einen kleinen Deich aufsetzt, wie das Profil No. 2. und 6. T. 56. zeigt. Ein solcher Aufsatz oder eine solche *Kade* ist auch auf dem nördlichen Leckdeich bey wyk by Duurstede angeordnet, wo er zugleich den Fufspfad, der mit sand bestreuet ist, bildet. Derselbe hat schon einige Mahle die Provinz Holland gegen Ueberschwemmungen gesichert, und bewiesen, dafs er hinlänglichen widerstand leistet, wiewohl dessen Krone nur 1½ bis 2 schuh beträgt. Diese Aufdeichung ist also ein Beweis dessen, was ich unten von der Breite der Krone sagen werde.

§. 13. *Von der stärke des Profils der Flufsdeiche:* Obgleich die Festigkeit und Dauer der Deiche gröfstentheils von ihrer Lage gegen den strom und ihrer eigenen Höhe abhängt, so ist sie doch auch von der stärke des Profils und von der Materie, woraus der Deichkörper aufgeführt ist, wesentlich abhängig; so wie auch von der Beschaffenheit des Grundes, auf welchem der Deich liegt. Was das Queerprofil des Deiches, oder das *Besteck* betrift, so ist es zweckmäfsig, wenn es — in Beziehung auf das Material des Deiches — der längsten Dauer und gröfstmöglichsten Oeconomie entspricht. Diese Bedingung kann es aber nicht erfüllen, wenn man ihm nicht solche Dimensionen giebt, bey denen der Deich allen Angriffen des in Absicht seines höchsten standes bekannten Flusses und Eisstromes widerstand leisten kann, und ferner des Deiches vorderer Theil nicht aus solcher Masse aufführt, welche das Durchdringen des wassers schlechterdings verhindert; wenn endlich der Deich nicht auf

einen festen und sichern Deichstaal, und sollte derselbe auch erst von der Kunst gebildet werden müssen, gelegt wird. Betrachtet man nun das Queerprofil a b c d eines Deiches F. 65. T. 84., so ist es einleuchtend, daſs die Gröſse des Widerstandes, womit der Deich dem Angriff und Drucke des Wassers widersteht, keineswegs bloſs von der Gröſse der Krone b c abhängt, wenn diese über das höchste Wasser liegt, sondern daſs sie zugleich von der Gröſse der Böschungen abhängig. Die Stärke des Deiches ist daher sowohl durch diese, als mittelst jener zu erhalten. Wenn z. B. der Deich A B C weit über den höchsten Wasserstand gebracht ist, dieser Widerstand also des Deiches Krone nie erreichen kann, so ist es, hydrotechnisch betrachtet, ganz gleichgültig, ob diese Krone eine beträchtliche Breite hat oder nicht, wenn sie anders nicht zum Fuſs- oder Fahrwege dienen soll. Man muſs also allemahl die Stärke oder Breite des Deichprofils in Rücksicht des höchsten Wasserstandes x y betrachten. Da das Wasser nähmlich in den Deich nicht Oeffnungen verursachen darf, so wird man — bey Bestimmung des Deichprofils — mit der gröſsen Sicherheit zu Werke gehen, wenn der Deich da, wo ihn die höchste Wasserfläche bey x berührt, während daſs der Fluſs eisfrey ist, bey der beſsten Deicherde eine Stärke von 6 Schuh erhält. Bey einer solchen Wasserhöhe aber, welche nur von Eisstopfungen erzeugt wird, und während welcher die Deiche noch gefroren, also steinhart sind, mag der Horizontalschnitt des Fluſsdeiches — daselbst genommen, wo dieser Eisstrom an dem Deiche streicht — nur 4 bis 8 Schuh betragen. Bey Seedeichen ist diese Dicke des Wellenschlages wegen stärker zu machen. Sie wird, nach vielfältigen Erfahrungen hinreichend seyn, wenn des Deiches Höhe nach der oben angegebenen Bestimmung angeordnet wird. Liegt indessen der Deich dem Strom sehr nahe, und ist er dem Eisschube bloſsgestellt, so mag man dessen Dicke noch vermehren. Man sieht hieraus, daſs die Breite der Krone gar nicht allein die Stärke des Deichkörpers ausmacht, wie einige gelehrt haben. Ich will dieſs noch mittelst eines Profils von einem dem Eisschube und Wellenschlage bloſsgestellten Schartdeiche, den ich im Hessen-Darmstädtischen im Jahre 1769 verstärkt habe, anschaulicher machen. Vor dem Jahre 1799 war (T. 84. F. 65.) das Profil a b c d. Der damahlige Eisschub und Ueberstурz der Eismassen, dessen Höhe 2 Fuſs 9 Zoll betrug, zerriſs den Deich bis zur Linie e f g. Damit nun in Zukunft das Eis auf die äuſsere Böschung allmählig aufgeschoben, und dessen Angriff abgemattet werde, gab ich dem Deichprofil die Fig. A B C, also eine äuſsere fünfschuhige Böschung. Ich legte den Deich 2 Schuh 4 Zoll über den höchsten Eisstrom. Bey diesem höchsten Stande des Stromes erhielt der Deich noch eine Dicke von 14 Schuh, dessen einschuhige Krone ist also noch stark genug, weil sie weder von den Eisschollen, noch vom Wasser berührt wird. Hätte ich aber diese Krone sechs Schuh breit machen wollen, so würde das Profil um 75 Quadrat-Fuſs gröſser geworden seyn. Daſs aber dieser Deich überflüssig stark ist, bewies die Erfahrung im Jahre 1800, denn er empfing, nach

seiner Vollendung, einen heftigen Eisschub, welcher sich in einem Eisberg auf dessen Böschung lagerte, und dennoch ist der Deich ganz unversehrt geblieben.

Was aber die Krone derjenigen Deiche betrifft, über die das hohe Wasser überlaufen soll, als z. B. die Krone der Sommerdeiche, so sollte sie bey guter Deicherde wenigstens vier Schuh stark seyn. Sie sollte auch rund oder gewölbt seyn, um das Wasser besser übergleiten zu lassen, damit es an der innern Böschung, in der Nähe der Krone, so wenig Einwühlung als möglich verursache. Daſs ich übrigens hier nicht von solchen Deichen rede, welche eine Krone haben, die zum Fahrwege dienen, versteht sich von selbst; denn diese muſs man nach der Breite und Frequenz des Fuhrwerks einrichten, und öfters 18 bis 26 Schuh breit machen. Bestehen die Deiche aber aus schlechter Deicherde, so müssen sie, und wenn sie auch hoch genug liegen, dennoch eine 4 bis 8 Schuh breite Krone haben, damit der Wellenschlag und Eisschub von ihrer äuſsern Böschung, ohne Gefahr, noch Erde fortreissen könne: denn die mit vielem Sande vermischte Erde friert nicht so fest und tief als Schlick- und Dammerde; mithin sind die davon aufgeführten Deiche einer gröſsern Gefahr bloſsgestellt. Vorzüglich tritt dieser Fall deſswegen ein, weil die den Deichen gefährlichen Hochgewässer gewöhnlich nur bey Eisgängen oder bey Eisstopfungen entstehen. Ist die Krone eines alten zu erhöhenden Deiches etwa 6 bis 12 Fuſs breit und nicht zu einem Wege unentbehrlich, so mache man die innere Randlinie oder Kronenlinie der Erhöhung 1 bis 2 Fuſs höher, als die vordere alte Krone ist, und lege also den aufgekarrten neuen Theil gegen den Horizont geneigt, wodurch viel erspart wird.

§. 14. Es ist sonach aus dem vorigen §. und aus der Natur des Angriffs auf den Deich — der entweder vom Strom, vom Eisschube, oder von dem Wellenschlage bewirkt wird — klar: daſs die Gröſse des Widerstands, den ein Deich leisten muſs, auch zum Theil von der Form und Gröſse der *äuſsern Böschung* abhängt. Man darf daher diese äuſsere Böschung nicht zu steil machen, sondern man muſs sie so flach als möglich anlegen. Ihre flache Lage hängt aber nicht nur von den benannten zerstörenden Kräften: als Strom, Wellenschlag und Eisschub, sondern auch von der Beschaffenheit der Deicherde ab; auf diese muſs also zugleich bey ihrer Bestimmung gesehen werden. Die beſste Deicherde ist der sogenannte Fluſsschlick oder Schlamm, der sich längs den Ufern der Flüsse erzeugt, auch Klayerde genannt. Am Rhein besteht der Schlick aus der feinsten Kieselerde, und aus Kalkerde (s. S. 21.). Der rheinländische Cubickschuh wiegt aber (trocken) 78 bis 79 ℔ Nürnberger Gewicht (*). Nach diesem folgt die Damm- und Gartenerde. Uebrigens ist das Kennzeichen einer guten Deicherde, daſs sie schwer, feinkörnig schwärzlicht ohne viele Sandtheile, und wenn sie naſs wird, klebrig und zähe ist. Sie ist also, wenn sie compact aufgefahren wird, wie es seyn sollte, der Schwindung wenig unterworfen, und hat so viel Cohäsion, daſs das Wasser nicht durch sie

(*) Der feine nasse Flussand wiegt beyläufig 85 1/2 Pfund, trocken etwas weniger, hat aber alsdann nur eine unbedeutende Cohäsion.

dringen kann. Auch mufs eine gute Deicherde fruchtbar seyn, um Gräsereyen zu ziehen, d. i. eine gute Grünschwarte oder Grasdecke hervorbringen. Lehm, Moor-Erde-, Erde und Sand ist also die allerschlechteste Deicherde. Letztere zwo Gattungen mag man aber vermischen, weil die Masse dann compacter wird. Wenn keine gute Deicherde in Menge zu haben ist, so sollte man den Deich in gute Schlick - oder auch Damm - und Gartenerde, 2 bis 3 Schuh dick, einzuhüllen suchen: um a) das Durchdringen des Wassers zu verhindern, weil der blofse Lehm springt, daher nur sparsam Gräsereyen zieht; der Sand aber das Wasser einnimmt, b) dem Deich eine gute Grünschwarte, die so äufserst nöthig zu seiner Conservation ist, zu geben, c) den Deich zum Graswachs zu benutzen, und endlich d) dessen Haltbarkeit mittelst einer Grasdecke zu vermehren. Hat man der guten Deicherde zum Ueberzuge eines Hauptdeiches nicht genug, so mufs doch damit die vordere Böschung bedeckt werden: denn diese soll das Eindringen des Wassers in den Deich schlechterdings verhindern. Es ist daher äufserst fehlerhaft, wenn man an Hauptdeichen den mittlern Theil, oder auch die innere Böschung von guter Deicherde, und den übrigen aus schlechter aufführt. Bey Ueberlafs - und Sommerdeichen ist es freylich ein Anderes: denn bey diesen mufs die Oberfläche der innern Böschung deswegen aus guter Deicherde, oder besser aus Faschinenbau bestehen, damit sie dem Uebersturz des Wassers widerstehe. Der Kiesel oder kalchartiger Grand kann aber durch eine Mischung mit Erde sehr verbessert, d. i. dichter gemacht werden, vorzüglich wenn man die Masse etwas anfeuchtet. Dieser Mischung bedienen sich die Engländer um die Sohle ihrer, durch Kiesellagen gehenden Canäle wasserdicht zu machen. Sie nennen dieses *Buddeln*.

§. 15. Nach der Erfahrung bedürfrn aus guter Deicherde bestehende Flufsdeiche, die überdiefs ein hinreichendes Vorland haben, und weder vom Eisstrome, noch Wellenschlage heftig angegriffen werden, einer $1\frac{1}{2}$ bis zweyschuhigen Aeussern - Böschung. Die Innere mag ein bis $1\frac{1}{2}$ schuhig seyn. Dafs diese hinreicht, beweisen die Rhein -, Waal -, Maas - und Weserdeiche. Es bleibt auch die Schlickerde in einer einschuhigen Böschung noch liegen und berafst, wiewohl langsamer, als bey einer zweyschuhigen Böschung. Auch habe ich gesehen, dafs mäfsige Wellen auf einer einschuhigen Böschung aufgerollt sind, ohne sie zu beschädigen, wenn sie mit einer guten Grünschwarte versehen war, welches die Deiche an der Mündung des Etschflusses und der Maas, in Praxis zeigen. Ist die Deicherde schlecht, so mufs man die Böschung vergröfsern, und sie unter den angeführten Umständen, je nach der Beschaffenheit der Erde und des Locals, zwey - bis vierschuhig machen. Da, wo aber der Deich dem Strome, Eisschube und Wellenschlage ausgesetzt, und die Deicherde gut ist, mag man die Böschung zwey bis vierschuhig, ja fünfschuhig (zum Ueberflusse) bestimmen. Diese letztere Böschung reicht auch, der Erfahrung gemäfs, hin, wenn die Deicherde etwas schlecht ist. Fehlt es an Kalcherde, so kann der Ingenieur sich

des Faschinenbaues mit Vortheil bedienen, und selbst davon den innern Theil des Deiches machen. S. §. 261.

Was die *Innere - Böschung* eines Deiches betrifft, so darf sie bey den Hauptdeichen, über welche, der Regel nach, nie Wasser überstürzen soll, — nicht so groſs, als die äuſsere gemacht werden. Man kann sie also bey guter Deicherde zu ein bis 1½ Fuſs, bey etwas schlechter, zwey Fuſs, und bey sandiger Erde drey Fuſs auf jeden Fuſs Höhe annehmen, und wird alsdann weder zu viel noch zu wenig thun. Ist es aber blosser Sand, so mag man die Oberfläche mit einer zwey Schuh dicken Klaylage decken. An *Sommer* - oder *Ueberlaſsdeichen*, worüber das Wasser fällt, muſs freylich die Innere - Böschung gröſser gemacht werden, um Einrisse in dieselbe (indem das Wasser nur über sie hingleiten darf) zu verhindern. Je höher auch das Wasser über die Deiche fällt, aus je leichterer Erde die Deiche bestehen, desto flächer müssen die Böschungen gemacht werden. Bey solchen Sommerdeichen, worüber das Wasser zwey Schuh fällt, und die gut beraſst sind, mag sie zweyschuhig seyn. Ist die Erde schlechter, so vergröſsere man sie bis auf drey Schuh. Fällt aber das Wasser höher über die Deiche, ohne daſs Quellwasser dahinter steht, und sind sie beträchtlich über das Mayfeld erhoben, etwa zehen Fuſs: so muſs der Böschungswinkel verkleinert und die Böschung vier bis fünfschuhig gemacht werden. Ja! des Slaaper - Deiches in Holland (s. §. 442.) Innere - Böschung verhält sich zur Höhe wie 13½ zu 1, wiewohl er noch überdieſs eine gewölbte Krone hat, und aus guter Erde besteht. Dessen Durchbruch würde aber das Verderben einer wichtigen und reichen Landschaft nach sich ziehen. Da hat man also eher zu viel, als zu wenig gethan, wie recht und klug ist.

§. 16. Dieses wären also die wesentlichsten Maaſse zweckmäſsiger und öconomisch vortheilhafter *Fluſs - Deich - Profile* als ein Mittel aus unzählig vielen Deichen, die allen Angriffen des Wassers und Eises widerstanden haben. Wollte ich aber *solche* Vorschriften über die Gröſse der Böschungen machen, nach denen man sie bey Erddeichen achtschuhig angegeben hat, wie mehrere Schriftsteller vor mir gethan haben: Vorschriften, die nie in Praxis ausgeführt werden können, bey denen man lediglich auf die Höhe des Deiches über das Mayfeld Rücksicht genommen hat — was würde dabey herauskommen? Denn Niemand kann (der groſsen Kosten wegen) bey Fluſsdeichen, die nicht aus purem Sande bestehen, Deiche aufführen, die eine sechs bis achtschuhige Böschung haben. Wenn ich nun hier gleich die, meiner Erfahrung nach, besten Profile dargelegt zu haben hoffe; so sind diese Bestimmungen dennoch manchen Modificationen unterworfen. Es muſs z. B. ein Deich, der durch einen moorigten Bezirk aufgeführt wird, immer etwas stärker und höher gemacht werden, als wenn man ihn auf einen sichern Grund legt, weil der Boden unter ihm sinkt. Auch diejenigen Deiche, welche nur mit Schubkarrn aufgeführt werden, schwinden sehr. Man muſs daher stets dieser Rücksichten wegen, an Höhe zugeben.

§. 17. Was endlich die Form oder Gestalt der Böschungen anbetrifft, so ist darüber gar mancherley geschrieben worden, ob sie nämlich geradelinigt, convex oder concav seyn müsse. Der eine Schriftsteller hat diese, ein anderer die zweyte und der dritte die erste Form vorgeschlagen.

In Praxi sind bey Erddeichen die geradelinigten Böschungen die zweckmäfsigsten, weil sie nicht so viel kosten, und sich wenig senken, wenn der Deich nur mit Sturzkarrn oder Wagen aufgefahren ist. Wird die Böschung aber mit Steinen belegt, so ist die Convexität allerdings zweckmäfsig, weil dieselbe eine Wölbung, also eine grosse Festigkeit der Steindecke zuläfst. Kann jedoch auch ein Erddeich bey der Anlage, ohne bedeutende Kosten, convexe Böschungen erhalten, so ist das gewifs sehr gut: denn dieselben werden sich doch mit der Zeit in geradlinigte verwandeln, wenn nämlich der Deich sich vollkommen gesetzt hat. Auch bedarf eine convexe Böschung weit wenigere Nachhülfe, als eine geradlinigte, die selbst vom Regen leidet. Concav mache man indessen die Aeufsere - Böschung nie; denn aus dieser Form entsteht nur ein schnelleres Abspühlen der Dossirung vom Regenwasser, und der Eintritt des Wassers in den Deichkörper wird erleichtert. Ueberdiefs stellen sich bey allen Deichen, die mit Schubkarrn aufgeführt sind, leider einige Concavitäten bey den Erdböschungen ein, man ist daher oft genöthigt, dieselbe wieder ausfüllen zu lassen. Wozu will man also diese *künstlichen* Böschungen, welche keinen Vortheil bringen, sondern nur in der Ausführung mehr kosten, anwenden.

§. 18. Nachdem ich nun von der Festigkeit der Deiche selbst gehandelt habe, so ist es hier der Ort, von ihrer wesentlichen Beschützung, ich meyne von der Bepflanzung des Vorlandes mit Rustern, Weiden, Canadaischen -, Italiänischen - und Deutschen-Pappeln, zu sprechen. Nahe am Ufer, und auf dem Ufer selbst pflanze man blofs Erdweiden, die nachgebend sind, worauf sich also das Eis niederlegt, indem sie sich darunter beugen. Auf diese Weise formiren sich auf solchen Weidenanlagen ganze Eisberge, welche dann das Ufer, und selbst den Deich gegen den Angriff des Stromes beschützen. Die Kopfweiden, Pappeln und Rüstern, womit man das Vorland besetzt, weil dieselben auf dem hohen Vorlande besser als Erdweiden wachsen, zersplittern auch das Eis, so dafs keine der stärksten Schollen an den Deich kömmt. Auch schwächen dergleichen Anpflanzungen den Angriff des Stromes, und den Wellenschlag gar sehr, wie leicht begreiflich ist. Hat man kein Vorland, so mufs doch — wenn nur immer möglich — der Fufs des Deiches mit einigen Reihen Kopfweiden oder Pappeln bepflanzt werden, um jene Absicht zu erreichen, d. i. den Deich vor dem Angriffe des Eises, Stromes und Wellenschlages zu beschützen, ja auch Holz für die Uferbauwerke zu ziehen. Aber nicht nur der Deichfufs, sondern auch die vordere - Böschung mufs etwa 6 bis 10 Schuh (verticaler Höhe) von der Krone abwärts, bepflanzt werden: denn es ist durch die Erfahrung, unter andern an den Leckdeichen, erwiesen, dafs das Wasser unten um den Stamm, der auf der vordern Böschung stehenden Bäu-

me gar keine Einwühlungen verursacht hat, also solche Bäume, die auf 10 bis 12 Fufs Abstand von der Krone auf die Böschung gesetzt werden, den entschiedensten Vortheil bewirken. In diesem Betrachte habe ich im Hessen-Darmstädtischen vor den Deichen und auch hinter denselben (um Faschinen-Holz zu ziehen) solche Anpflanzungen bewerkstelligen lassen. Wenn nun auch zu dem bemerkten Abstand von der Krone, ein Baum fortgerissen wird, und in dem Deich einige Schuh tiefe Einwühlungen entstehen, so hat das gar nichts zu bedeuten; denn des Deiches Breite ist so grofs, dafs das kleine Loch gar keine schädlichen Folgen haben kann. Ein Anderes ist es, wenn man mit der Anpflanzung bis zur Krone hinauf geht; dann kann freylich der Umsturz eines Baumes oder mehrerer Bäume, den Durchbruch des Deiches zur Folge haben, wie diefs der Fall längs der Gelderschen Yssel gewesen seyn soll.

§. 16. *Die Grundsätze in Betreff der Lage, Höhe und Stärke der Seedeiche* habe ich bereits gröfstentheils beym Seeuferbau vorgetragen, ich werde daher nur noch weniges darüber zu sagen haben. Die Deichlinie oder die Lage eines Seedeiches mufs, wo möglich, dergestalt placirt werden, a) dafs der Deich auf einen natürlichen, oder künstlichen festen Deichstaal gelegt wird; b) Er mufs dem herrschenden Seewinde, d. i. dem Wellenschlage und dem Eisschube, soviel als möglich entzogen werden, also auch ein grofses Vorland erhalten. c) Die Deichlinie sollte weder Einbiegungen noch Ausbiegungen bekommen, weil dieselben den Wellenschlag vermehren. d) Und wenn selbst die Form des Seeufers in der Deichlinie Krümmungen nothwendig macht, so mufs man die scharfen Ecken, des Angriffs der Wellen wegen, dem sie blosgestellt sind, zu vermeiden suchen; solche abrunden, oder mit Flügeldeichen, die mit einer Steinböschung auslaufen, oder auch mit Seeuferbauwerken decken.

§. 17. *Die Höhe der Seedeiche* betreffend, so mufs dieselbe noch einige Schuh über die höchsten Wellen, die auf ihrer Böschung aufrollen, liegen, das ist, etwa zwey bis sechs Schuh über die höchsten Sturmfluthen, und 12 bis 20 Fufs über die Springfluthen. Also ist man genöthigt, diejenigen Deiche, auf denen der herrschende Seewind aufsteht, höher als die, unter dem Winde liegenden Deiche, zu legen. Man mufs demnach über die Höhe der Sturmfluthen und ihr Aufrollen auf schräge, der Deichböschung ähnliche Flächen, genaue Beobachtungen vor sich haben, um weder zu viel noch zu wenig bey der Bestimmung der Deichshöhen zu thun. *Von der Stärke des Profils der See-Erddeiche* hängt die Haltbarkeit der Deiche wesentlich ab; aber man mufs nicht denken, dafs sie vorzüglich von der Krone gebildet wird. Nein! Sie besteht gleichfalls vorzüglich in der sanft ablaufenden äufsern Böschung! Diefs beweifst uns die Erfahrung an den Seedeichen bey Sas van Gent, an den Kadeichen am Friesischen Gestade, und an mehreren Deichen. M. s. d. Seeuferbau. Also ist die Krone der Seedeiche, wenn sie aus guter Deicherde aufgeführt wird, zu sechs Schuh breit genug. Soll sie freylich zum Wege dienen, so mufs man sie breiter machen, und zur gröfseren Festigkeit die Ziegelstein-Ausfüllung anordnen, wenn sie nämlich der Kosten

wegen, nur irgend bewerkstelliget werden kann. Wird der Deich vom bloſsen Sande aufgeführt, und nur mit einer zwey Schuh dicken Klaylage, auf der vordern Böschung, belegt, so mache man die Krone 12 Fuſs breit. Fehlt dem Seedeiche aber die Klaylage, so darf die Krone eine Breite von 24 Schuh und darüber erhalten. Die äuſsere Böschung sey — wenn der Seedeich allen Windstöſsen ausgesetzt wird, wenn er ein Schartdeich ist, und der Deichkörper aus guter Erde besteht, der Deichfuſs aber mittelst Uferbauwerken vollkommen gesichert werden kann — vier - bis fünfschuhig. Seedeiche, die aus schlechter Erde aufgeführt werden, müssen, unter diesen Umständen, eine sechs bis achtschuhige äuſsere Böschung erhalten. Werden sie aber von bloſsem Sande aufgeführt, ihre äuſsere Böschung mit einer Schuh dicken Klaylage belegt, und mit Stroh bekrampt, so mache man die äussere Böschung zehn - bis zwölfschuhig. Fehlt aber diese Klaydecke, und die Oberfläche der Böschung wird nur mit Stroh bestickt, (über das Besticken mit Stroh und Bepflanzen mit Helm findet man S. 499. und 500. eine nähere Anweisung), so muſs diese Böschung zwölf bis vierzehnschuhig seyn, wie die Seedeiche bey 'sGravesande, Petten und Westcappel beweisen. Haben die Deiche aber ein weites Vorland, sind sie dem heftigen Wellenschlage nicht bloſsgestellt, und bestehen sie aus guter Deicherde, so bedürfen sie nur einer zweyschuhigen äussern Böschung. Dreyschuhig sey diese, wenn der Deich dem Wellenschlage ausgesetzt ist, derselbe aber ein gutes Vorland, oder ein groſses Watt, vor sich hat. Die innere Böschung eines Seedeiches betrage, nach der Erfahrung, bey guter Deicherde 1¼ bis 2 Schuh Ausladung auf jeden Fuſs Höhe. Bey schlechter Erde sey sie dreyschuhig; denn es giebt selbst Sanddeiche, die nur eine zweyschuhige innere Böschung haben, als z. B. der Seedeich bey Petten (T. 49.), und der Sanddeich auf den Lidi vor Venedig. T. 90.

Als Muster zu guten Deichprofilen dienen aber die Deiche auf der Insel Wieringen, der Deich am Kielplatz des Hafens Nieuwendiep und der Slaaper - Deich am Züricher - Ort. Deiche, die auf Tab. 47. und 56. dargestellt sind.

§. 18. Was nun über die Form der äussern Böschung der Seedeiche gesagt werden könnte, läuft auf dasselbe hinaus, was ich bey den Fluſsdeichen vorgetragen habe, als worauf ich nur verweise.

§. 19. Alle Deiche müssen aber auf einen festen Grund, er sey von der Natur oder durch Kunst gebildet, gelegt werden, damit sie nicht sinken, vorzüglich, wenn die Aeuſsern - Hochgewässer sich, unter denselben hin, eine Gemeinschaft mit den Binnengewässern eröffnen. Auf Moor - und Nassengrunde, so wie auf Triebsand, muſs man also zuerst einen Faschinenbau anlegen, und darauf erst den Deich aufführen. Eine Methode, die ich häufig an der Donau, dem Lech, der Isar, dem Inn und an mehreren Flüssen, mit dem besten Erfolge angewendet habe.

ZWEYTER ABSCHNITT DER DEICHBAUKUNDE,

ODER

ANGEWANDTE DEICHBAUKUNDE.

§. 20.

Der *Deich* - oder *Dammbau* ist in allen fruchtbaren Gegenden, die entweder vom Meer oder den Flüssen den Ueberschwemmungen ausgesetzt waren, in den frühesten Zeiten ausgeübt worden. Der *Nil*, *Rhein*, die *Maas*, *Schelde*, *Rhone*, *Charente*, *Loire*, *Elbe*, *Weser*, *Donau*, *Weichsel*, *Etsch*, *der Po* und mehrere italiänische Gewässer haben unter allen Flüssen die fruchtbarsten Uferlande, daher auch die mehrsten Fluſs-Dämme aufzuweisen. Andere niedriger, als die See liegenden Gegenden muſsten damit gegen das Meer geschützt werden; unter diesen hat Brabant, Holland, Niedersachsen, und das Venetianische, die wichtigsten Seedeiche aufzuweisen. In dem Verhältniſs die Bevölkerung und die Kultur des Bodens zunahm, wurde der Deichbau wichtiger, und daher mit mehr Sorgfalt betrieben. Die fruchtbaren und schönen Gegenden der Loire zeigen dieſs deutlich. Daselbst sind die Fluſsdeiche (Levées) mit Bruchsteinen gedeckt, und mit einem Steinwurf gegen den Abbruch gesichert, in den Städten aber regelmäſsig, mit Werkstücken, gepflastert. Mehr aber ist der holländische Deichbau vollendet: woselbst viele Deiche gemauert sind. In andern Gegenden beweisen groſse Wirkungen der Natur, daſs die bestehenden Dämme zu niedrig und schwach waren. So bahnte sich der Ocean einen Weg zur Nordsee durch den *Canal* zwischen Frankreich und England, so sanken die Gegenden des *Dollart*, der *Jahde*, der *Südersee* und des *Biesbosches* in das Meer; die Inseln Helgoland und Nordstrand sind Reste des festen Landes! Auch die der Fluth und Ebbe beraubten Meere bedeckten groſse Landstriche; die im Mittelalter so berühmte Stadt *Julin* liegt jetzt tief unter der Oberfläche der Ostsee! Begebenheiten, die die Nothwendigkeit eines zweckmäſsigen Deichbaues beweisen, und Allen, die einen Einfluſs auf den Deichbau haben, stets als warnende Beyspiele gegenwärtig seyn sollten. Aber nicht allein diese schrecklichen Umwälzungen, sondern auch die Ueberschwemmungen, womit die Fluſs- und Küstenländer heimgesucht wurden, laden uns ein, den Deichbau nach festen Grundsätzen der Wissenschaft, die ich vorgetragen habe, zu behandeln. Nur allein Holland und die untern Rheingegenden wurden vom Jahre 1170 bis jetzt

mit zwey und siebenzig Hauptüberschwemmungen, die von den Deichbrüchen seiner See - und Flufsdeiche entstanden sind, heimgesucht. Viele tausend Menschen verloren, mit den Früchten ihres Fleifses, ihr Leben in den Fluthen. Der von der Weihnachtsfluth vom Jahre 1717 verursachte Schaden kann auf einige hundert Millionen Gulden angeschlagen werden; blos im Herzogthum Oldenburg ertranken 2500 Menschen und 573 Häuser wurden von der Fluth verschlungen. Die Erfahrung — von der Nothwendigkeit erzeugt — hat den Deichbau entstehen gemacht. Aber wie konnte man es darin zu einem gewissen Grade von Vollkommenheit bringen, so lange man nicht die verschiedenen Rücksichten, auf die es dabey ankömmt, zu achten wufste? Man hat sich so lange bey einer solchen Stärke und Höhe der Deiche beruhigt, welche man nach blofsen Muthmassungen bestimmte. Wenn aber diese Muthmassung trog, die Fluth, die zu niedrigen Dämme überstieg, oder die zu schwachen Dämme durchbrach, so sahe man diefs für ausserordentliche Naturbegebenheiten, oder wohl gar für Strafgerichte Gottes an. In welchem Zeitpuncte man zuerst die Flufs - Deiche in den Niederlanden anlegte, ist nicht bekannt! Eben so wenig habe ich die geringsten Nachrichten davon auffinden können, um Velsens Meinung (Rivierk. Verh. bl. 109.) zu bestättigen; dafs die alten Bewohner der Länder zwischen der Maas und dem alten Rheine, schon vor der cymbrischen Wasserfluth, wenigstens Sommerdämme, längs diesen Flüssen sollten angelegt haben. Dafs zu den Zeiten der Römer schon angefangen wurde, dem Meere und den Flüssen feste Grenzen zu setzen, ist wohl gewifs, und die (S. 337.) angeführten *Drusi - moles* sind davon ein Beyspiel. Auch scheinen noch hier und da alte Erdwälle, Ueberbleibsel einiger Deiche zu seyn, deren Alter man nicht anzugeben weifs, und die vielleicht ein Werk dieses frühe cultivirten Volkes sind. Solche Deiche sind z. B. der *Beetsche - zeedyk*, de *oud - zeedyk* bey *Culenburg*, und der *hooge en laage zeedyk*, welcher von Gellicum der Linge hin ab, und nach der Waal bey Herwynen hingeht (T. 29., 36 und 39). Bestimmte Nachrichten habe ich indefs hierüber nirgends auffinden können; ja selbst auch von spätern grofsen Deichanlagen sind fast wenige Nachrichten aufbewahrt. Dafs die hauptsächlichsten Bedeichungen aber vor dieser Epoche (der cymbrischen Fluth) schon vorgefallen sind, ist ausgemacht: denn im Anfange des dreyzehnten Jahrhunderts liefs Graf Florenz IV. einen alten kostbaren Damm, von *Amerononge*n bis *Schoonhoven*, längs dem *Rhein* und *Leck* (T. 35. und 39.), erhöhen. (Wagenaars vaderl. Hist. I. D. B. 8).

Ja! *Rheinland* (T. 41.), der gröfste Theil des *Süder - Quartiers von Holland*, das westwärts an die *Nord - See*, nordwärts an das *Kennemerland*, in Osten an das *Amstelland*, an die Provinz *Utrecht* und an die *Waterschap - Woerden*, und zum Süden an *Delfland* und *Schieland* grenzt, war wenigstens schon vor 1253 bedeicht: denn von esem Jahre findet sich bereits eine alte Urkunde vom Könige Wilhelm II., worin die Hoogheemraadschap von Rynland (ein Deich - Collegium) erwähnt wird (*).

(*) Tegenw. Staat Deel. VI, und VII.

Die eigentliche Zeit der Bedeichung ist indeſs nicht bekannt. *Delfland* (T. 40.), das auch zum Süder-Quartier von Holland gehörte, und nordwärts an Rheinland, zum Süden an die Maas, und westwärts an die Nordsee gränzt, war bereits 1255 bedeicht. *Schieland* (T. 40.), dessen Grenzen nordwärts Rheinland, ostwärts das Land von Gouda und die Yssel; südwärts die Maas, und westwärts Delfland sind, war bereits vor 1273 mit Deiche umschlossen. *Dubbeldamm*, ein ansehnliches Amt im Osten des Eilandes von Dordrecht, wurde 1603 von neuem dem Wasser abgedeicht, denn dieser Polder war 1421 von der Fluth verschlungen. Im Jahre 1618 wurden die Südpolder dieses Eilandes mit Deiche versehen. *Ost-Ysselmonde* ward 1446 aufs neue bedeicht, nachdem der alte Deich in diesem Jahre weggebrochen war. Der *Alblasser-Waard* (T. 39. und 40.) grenzt nordwärts an den Leck, zum Osten an die Länder von Vianen und Arkel, und zum Süden und Westen an die Merwe, und ist 21340 Morgen und 100 Ruthen groſs. Bey der *ersten* Bedeichung dieses Waards war derselbe bey weitem nicht so groſs, indem die Ländereyen von Hardingsveld, Giesen-Nieuwkerk, Papendrecht, Alblas, Alblasserdamm und Nieuw-Lekkerland, Aussendeichslande, oder auch für sich selbst bedeicht waren. Die früheste Urkunde, die von dem Deichrechte dieser Ländereyen gefunden wird, ist von Graf Floris V. von 1277. Der *Krimpener-Waard* (T. 40.), wodurch der von der Leck, der Noord oder Merwede, der Yssel und der Vlist umgebene Theil Landes verstanden wird, war nach einer Urkunde vom Grafen Floris V. J. 1097, im XIII. J. bedeicht. Die *Lande von Arkel, Vianen, Haagestein, Everdingen und Leerdamm* sind unter dem Nahmen von *Vyf-Herren-Landen* bekannt (Tab. 39.), weil sie ehemals von fünf besondern Herren regiert wurden. Sie liegen im Osten vom Alblasser-Waard, zwischen dem Zouwe- und Dief-Deiche (T. 36.), und zwischen der Leck und der Linge. Diese fünf Herren errichteten 1284 einen Deichstuhl, und verbanden sich in dieser Convention, ihre Lande gegen hohe Fluthen zu schützen. Nach dieser Zeit ward im Jahre 1385 der *Dief-Deich* mit groſsen Kosten von den sämmtlichen Begüterten der Grafschaft Cülenberg erhöht. Alle schriftlichen Nachrichten überzeugen uns daher: daſs die Anlage der holländischen Dämme frühern Ursprungs ist. Auch konnte der gröſste Theil von Holland ohne Dämme nicht bewohnt werden, weil groſse Bezirke von den Fluthen überströmt werden würden.

§. 21. *Die Art und Weise, nach welcher Erddeiche zweckmäſsig aufgeführt werden*, dieſs ist für den Deichbau ein sehr wichtiger Gegenstand, den ich, meines Wissens, zuerst in der Uebersicht der Wasserbaukunde (1802) abgehandelt habe. Ich werde denselben hier noch weiter ausführen, deſswegen auch einige von mir in der Praxis gesammelte Erfahrungen aufnehmen. Die Aufführung eines Erddeiches geschieht nämlich auf folgende Weise: 1) Wird (nachdem die Deichlinie und das Profil des Deiches bestimmt, und alles zur Aufführung in Bereitschaft ist) auf dem Local der Deichfuſs in a und *e* F. 62. T. 84., alle 10 bis 15 Ruthen (in Beziehung auf ein genaues Ni-

vellement des Mayfelds und der Queerprofile des Deiches) mit vier bis sechs schuh langen Pfählen und zwey kleinen Marquirgraben, die auch mit einem Pflug oder Hacken gemacht werden mögen, abgesteckt. Je nachdem die Lage des Deichstaals *a e* oder des Mayfeldes steigt oder fällt, werden also die Puncte *a* und *e* sich einander nähern oder sich gegenseitig entfernen: denn die Höhe des Deiches und die Böschungen sind bekannt. 2) Ist der Deichfuſs abgesteck oder bezeichnet, so wird die erste Erdlage *a b* 2. 3. *d e* aufgefahren, oder mit Schaufeln aufgeworfen, je nachdem es das Local erheischt. Eine solche Lage kann 1 bis 1½ höchstens zwey Schuh dick seyn. 3) Nach Vollendung dieser Lage wird darauf des Deiches horizontaler Queerschnitt von 2 bis 3 abgesteckt, und zwar alle 10 bis 15 Ruthen oder öfterer, je nachdem die Oberfläche des Mayfeldes abwechselnd hoch und niedrig liegt. 4) Jetzt läſst man den nebenbey zu viel aufgefahrenen Grund *a b* und *d e* auf die Lage werfen, jedoch so, daſs noch immer über der wahren Böschungslinie eine ¼ Fuſs starke Erdlage liegen bleibe. Beydes geschieht aber, um den Deichkörper selbst, vermittelst des Fahrens, die gröſstmöglichste Festigkeit zu geben, ferner damit die Erde der Böschungen beym Planiren von oben nach unten zu herunter gezogen werde, um die Böschung selbst fester zu erhalten. Daſs aber des Deiches Profile nicht mit Latten und Pfählen abgesteckt werden dürfen, dessen wird sich Derjenige, welcher selbst Arbeiten zusieht, bald überzeugen: denn dergleichen Latten und Pfähle bleiben nicht stehen, sondern werden täglich, ja stündlich umgefahren. Wird der Deich lediglich mittelst Schubkarren aufgeführt, so läſst sich dergleichen Ausfüllnng und Auslattung, welche gleich die Böschungen angiebt, noch wohl eher in Ausübung bringen, als wenn man ihn mit Wagen aufführt. 5) Auf diese gezeigte Art wird fortgefahren, die Erdlagen aufzufahren, und die lockere Erdstücke, welche ausserhalb der Dossirung fallen, über die letzte Lage zu verbreiten, wie in No. 4. gezeigt ist. 6) Läſst man die Lagen mit Pferde-Sturzkarrn auffahren, so ist es nicht ausführbar, solche in einer mit dem Horizont geneigten Richtung aufführen zu lassen, wie ein bekannter Schriftsteller vorgeschlagen hat; denn die Karrn würden leicht umstürzen. Auch darf man nicht befürchten, daſs die Lagen isolirt liegen, weil man die oberste Lage, wenn sie *fest zusammengefahren* ist, wieder aufhacken läſst, um die nächstfolgende darauf zu schütten, und eine gute Verbindung der Erdmasse zu bewirken. 7) Diese Vorsicht ist jedoch nur bey ganz fetter Schlickerde nöthig, die sich fest zusammen giebt. Garten- oder Sauerde wird während des Fahrens nie so fest, daſs sich nicht zwey Erdlagen miteinander verbinden sollten, 8) Ueber jede Wurflage, d. i. solche Lage, die mit Hohlschaufeln aufgeworfen wird, sollte eine Lage mit Wagen oder Sturzkarrn gefahren werden, um die Compression der Erde, d. i. die Festigkeit des Deiches, zu vermehren. 9) Da es aus der Erfahrung, die ich unten aufstellen werde, bekannt ist, daſs die Deicherde nicht weiter als auf eine Entfernung von dreyſsig Ruthen mit Schubkarrn, weiterhin aber mit Wagen oder Sturzkarrn, angefahren werden muſs, und die obere

Lage der geringen Breite wegen nicht mit dem letztern Fuhrwerk aufgefahren werden kann, sondern nur mit Schubkarrn: so sollte man zu diesem obern Theil die nahe liegende und wo möglich auch die befste Deicherde aufbewahren, insonderheit, wenn die Krone schmal ist. 10) Im Fall keine gute Deicherde, die man wo möglich, immer vor dem Deiche nehmen mufs, damit die Deickgruben wieder zuschlicken, zum gesammten Deich vorhanden ist, so mufs die schlechteste zum innern Deichkörper, die befste aber zur Wasserseite des Deiches benützt werden: denn die vordere Böschung mufs dem Angriff der Wellen und des Eisstromes, so wie auch dem Durchdringen des Wassers, widerstehen. 11) Zum innern der Deiche kann man sich auch des Sandes, der Rasen, und des Kieses bedienen (*), wenn die Oberfläche der Krone, im Fall sie nicht zum Wege dient, nur mit guter Deicherde bedeckt ist, und der vordere Theil oder die äussere Böschung auf eine solche Dicke aus guter Erde besteht, dafs das Wasser durch denselben nicht dringen kann. Bey Sommer- oder Ueberlafsdeichen mufs aber auch die innere Böschung aus recht guter Deicherde bestehen, damit das überlaufende Wasser keine Einrisse und Abschälungen verursache. Deiche aber, die man während des hohen Standes der Ströme durchgraben mufs, um gewisse Bezirke mit dem fetten Flufswasser zu bedecken, oder die in das Land getretene Ueberschwemmungen in kurzer Zeit abzulassen, solche mögen an der Durchstichsstelle gröfstentheils aus Sand bestehen, welcher — durchgegraben — gleich fortreifst, und dem Wasser eine Oeffnung darbietet. Solche Deichstellen müssen sich über die tiefste Lage des Erdreichs oder Mayfelds befinden. Damit sie dem Wasser widerstehen, macht man nur den innern Körper von Sand, und bedeckt denselben gegen den Flufs oder gegen die See mit einer zwey Schuh dicken Lage von guter Erde oder Klay, und auf der Oberfläche so wie auf der innern Böschung mit einer solchen einen Schuh starken Decke. 12) Damit nun in den aufgefahrnen Lagen keine Hohlungen entstehen, und um die Festigkeit des Deiches zu befördern, müssen a) die Geleise, welche die Sturzkarren machen, immer zugehackt werden; b) in jeglicher Lage mufs man die Deicherde so auffahren lassen, dafs sie gleichförmig zusammengedrückt werde, also die gröfstmöglichste Compression entstehe. Mithin müssen auch die Karrn, wenn eine Erdlage die Hälfte ihrer Höhe erreicht hat, den entgegengesetzten Weg einhalten, d. i. auf die anfängliche Abfahrt auffahren. Bey jeder halben Lage müssen die Karrn aber stets eine und dieselbe Auffahrt und Abfahrt gebrauchen, um keine Störung beym Fahren zu veranlassen. Zu den Schubkarrn müssen bey nassem Wetter Bohlen gelegt werden, um darauf zu fahren. Und wenn die Erde sehr klayartig d. i. klebrig ist, so bedienen sich die Arbeiter der Klaysporn, d. s. mit zwey Zacken versehene Eisen, die unter den Schuhen gebunden werden. 13) Ist nun der Deich bis

(*) Eine Kieswand ist auch wegen des Durchbohren der Maulwürfe, als welchen der Kies zu scharf ist, sehr gut. Diefs gilt gleichfalls vom Mauerschutt und kleinem Ziegelgraus, dessen man sich zu solchen Auffüllungen bedienen kann.

auf die im Besteck bestimmte Höhe aufgefahren, so ebnet man dessen Krone der gegebenen Breite gemäſs, und stampft sie so viel als thunlich ist, weil sie nicht zusammengefahren werden kann. Auſser der Krone wird aber am ganzen Deiche nichts gestampft; denn er wird ja fest zusammengefahren, wodurch eine weit grössere Compression als durch das stampfen entsteht, welches überdieſs sehr kostbar und bey groſsen Arbeiten gar nicht anwendbar ist. Zur Ebenung der Krone kann man sich auch der Walze bedienen. 14) Nachdem die Krone verfertigt ist, müssen die Böschungen planirt werden. Das Planiren wird nun auf folgende Art zum genauesten und schnellsten bewerkstelligt. a) Alle zehn Ruthen macht man von der Krone nach dem Deichfuſs hinab, auf die Böschungen, mit einer Hacke, solche Marquirfurchen, deren Sohle die Böschung angiebt. Diese zu bestimmen, kann man sich des in Holland und auch an der Elbe im Gebrauch seyenden Böschungsmessers, wie ich letzteres aus Kirchmanns Wörterbuch S. 316 ersehe, wo er es Dossirungswage nennt, bedienen. An andern Fluſsgegenden nennt man dieſs Instrument auch Dossirbrett. Auf einer solchen Schrottwage (F. 64. T. 84.) sind nun die verschiedenen Böschungslinien c 1. c. $1\frac{1}{2}$ u. s. w. gezogen. Man setzt also dieselbe nur auf ein in die anfänglich nach dem Augenmaaſs aufgehackte Marquirfurche, und läſst ein in c befestigtes Bleyloth in die verlangte Böschungslinie einspielen, um genau zu sehen, ob die Furche, die verlangte Böschung zu 1 oder $1\frac{1}{2}$ Schuh u. s. w. formirt. So lange sie diese noch nicht bildet, muſs sie hier abgeebnet, vertieft, oder dort erhöhet werden. Diese Methode ist in der That so einfach, daſs sie von jedem darin nur etwas geübten gemeinen Arbeiter, in Ausübung gebracht werden kann.

§. 22. Die Construction eines solchen Böschungsmessers beruhet auf Folgendem: Man gedenke sich auf dem Böschungskeil $a\,b\,c$ (F. 63. T. 84.) eines Deiches, d. i. auf die Böschung $a\,c$, eine Schrottwage $x\,y\,i$: so wird das vertical spielende Senkbley, welches anfänglich als die Schrottwage horizontal stand, in $i\,r$ spielte, nunmehr in $i\,o$ einspielen, weil diese Linie parallel mit der Vertical-Linie $a\,b$ ist. Wird nun $o\,w$ mit $b\,c$ parallel gezogen, so entstehen drey ähnliche Dreyecke $o\,w\,r$, $i\,w\,o$ und $o\,r\,i$; denn es ist der Winkel $o\,r\,w = c\,b\,a$, (oder rechte Winkel) mithin $\triangle\, o\,r\,w \backsim \triangle\, b\,a\,c$. Es ist ferner $i\,r\,o = 90° = a\,b\,c$, also ist $\triangle\, a\,b\,c \backsim \triangle\, i\,r\,o$, mithin der Winkel $r\,o\,i = b\,a\,c$. Es ist also in beyden $\triangle\triangle$ $b\,c : a\,b = i\,r : r\,o$. Setzt man also die Basis $b\,c$ nach und nach $\frac{1}{2}$, 1. $1\frac{1}{2}$. 2. $2\frac{1}{2}$. 3. $3\frac{1}{2}$. 4. Schuhe u. s. w.; die Höhe $a\,b$ aber nur immer einen Schuh, und es habe die Höhe der Schrottwage $r\,i$ sechs Zoll, so wird $r\,o = 6$ Zoll seyn, wenn die Böschung einschuhig ist. Auf der Basis der Schrottwage wird also von b nach d F. 64. abgesteckt werden müssen, und zwar in Gemäſsheit der oben stehenden Proportion; 12; 6; 4; 3; $2\frac{4}{10}$; 2; $1\frac{7}{10}$; $1\frac{5}{10}$; Zoll.

§. 21. Bey dem Planiren kommt es auch noch auf das Werkzeug an, dessen man sich bedient. Es muſs (nach der Erfahrung) um gehörig in die Erde einzudringen, eine sogenannte Rotthacke (F. 71. T. 84.) deren sich der Landmann zur Ausrot-

tung der Wurzeln und Stubben bedient, seyn. Das Blatt einer solchen Rotthacke muſs nur anders gestellt werden, als es gewöhnlich steht. Die Schwere dieses Werkzeuges muſs 5 bis 7 Pfund betragen. Dessen Blatt muſs vorne gerade und scharf seyn, um mit demselben die Erde abzuschaben. Damit dieſs Werkzeug aber in die schräge Böschung nicht zu tief eindringe, und nur gleichsam abgleitend die vor der Böschung von oben nach unten herabzuziehende Erdkruste abschabe, muſs dessen Shneide oder Blatt mit dem Stiele nicht einen rechten, sondern einen spitzen Winkel bilden, der kleiner seyn muſs, je nachdem die Böschung steil ist. Wenn die Böschung $1\frac{1}{2}$ bis vierschuhig ist, so mag der Winkel 70 bis 80 Grad betragen. Das Blatt muſs auch etwas von Z nach l gebogen seyn, um mehr Erde zu fassen. Nach der Erfahrung wird man dessen Länge 10 Zoll machen, dem Stiel der Hacke aber eine Länge von $3\frac{1}{2}$ Schuh geben können. Damit die Oehse *z v* des Blattes nicht von dem hölzernen Stiel *r b* gleite, so wird er an die mittelst zweyer eisernen Bände *w z* und *x y*, um welche noch zwey eiserne Ringe *r* und *s* angezogen sind, an den Stiel befestigt. Es ist schon vorne bemerkt worden, daſs man von oben nach unten zu die Erde herunterziehen, d. i. planiren müsse, und das geschieht, um die Arbeit zu befördern, und die Böschung fest und regelmäſsig zu machen. Uebrigens muſs die Planirung nur stückweise vorgenommen werden, etwa auf 10 Ruthen Entfernung, d. i. zwischen zwey Marquirfurchen, um die heruntergezogene Erde wieder zum nächsten Deichstücke zu gebrauchen. Auch darf der Planirer mit einem Mahle nicht zu tief einhacken, sondern er muſs die Erde nur gleichsam abschaben, um eine regelmäſsige und feste Böschung zu formiren. Bey nasser und sehr trockner Witterung lasse man nicht planiren, weil sich bey der erstern die Erde an die Hacke hängt, und bey dieser die Hacke in die Erde, welche zu hart ist, nicht gut eindringt. Mit dieser Hacke kann ein Arbeiter, wenn die Erde nicht zu hart ist, und der Deich beyläufig nach dem Besteck, wie oben angegeben wurde; aufgeführt ist, in 10 Arbeitsstunden, vier Quadratruthen planiren.

Muſs über die Krone des Deiches eine stark befahrne Landstrasse gehen, so ist es sehr zweckmäſsig, wenn man dieselbe, etwas breiter als die Wagenräder laufen, d. i. etwa auf 18 bis 20 Schuh breit, 2 bis 3 Schuh tief aus Mauerschutt oder zerbrochenen Ziegelsteinen, oder auch von Bruchsteinen und Kiesel macht, oder sie gar mit harten Steinen pflastert. In Holland hat man das Erstere sehr häufig gethan; ja sogar, bey einigen Deichen, die Oberfläche der Krone mit einem Pflasterklinker oder Ziegel, welche auf die hohe Kante gesetzt sind, gedeckt. An andern Deichen ist die Krone mit Muscheln, einen Schuh hoch, überschüttet. Wo aber alle diese Materialien und weder Bruch- noch Muschelkalksteine zu haben sind, auch die zu solchen Vorkehrungen erforderlichen Kosten nicht aufgewendet werden können, da muſs man stets vor dem Eintritt des hohen Wassers alle Wagengeleise zuhacken, und die Krone einen oder zwey Schuh höher, als die Hydrotechnik es verlangt, legen lassen, weil selbst die kleinsten

Geleise — beym hohen Wasser — grofse Nachtheile hervorbringen können, wie schon oft die Erfahrung gelehrt hat. Aber nicht allein die befahrnen und nicht chaussirten Deichstellen, sondern auch die Deichfahrten, d. s. diejenigen Stellen, wo Wege oder Triften über die Deiche gehen, müssen höher als der Deich, und nicht steil seyn. Sie sollten von denen Gemeinden, in deren Gemarkungen sie liegen, angelegt und unterhalten werden, weil der Gemeinde die Unterhaltung aller Wege obliegt. Von gemeinen Fufssteigen gilt ein Gleiches, und Privat-Fufssteige über Deiche dürfen nur im höchsten Nothfall geduldet werden, ja es sollten solche nie in den Deich eingeschnitten seyn. Der Privatmann mag sich zu diesem Behufe an dem Deiche eine Treppe legen, die er bey hohen Wasserständen wegnimmt, oder es mögen steinerne Treppen auf die Deichsböschungen selbst angelegt werden.

Ein wesentlicher Umstand bey allen Erddeichen ist nun die Compression der Erde im Deichkörper, so wie auch die Schwindung. Die erstere mufs man insbesondere zur Berechnung der zur Aufführung eines Deiches erforderlichen Erde kennen. Sie hängt eines Theils von der Erdart, womit der Deich aufgeführt wird, ab; denn je feiner ihre Körner sind, desto mehr wird sie comprimirt; andern Theils von der Last, welche während des Baues über die einzelnen Lagen hinfährt. In diesem Betracht ist es nicht rathsam, die Lagen dicker als 1½ Schuh zu machen, welches besonders von denjenigen gilt, welche mit Schubkarrn aufgefahren werden. Endlich ist sie auch von der Witterung abhängig, indem sie bey etwas feuchter stärker als bey trockner ist; zum geringsten ist sie aber, wenn die Erdlagen gänzlich durchnäfst sind, wo die Erde von dem darin enthaltenen Wasser ausgedehnt wird. Die Beobachtungen, welche man also über die Compression anstellt, müssen nun aus einem Vergleich der lockeren mit der comprimirten Erde und zwar nach dem körperlichen Inhalte und nicht nach der Schwere eines Cubikschuhes Erde angestellt werden, weil in einem während nasser Witterung aufgeführten Deiche der Cubikschuh Erde mehr wiegen mufs, als in einem bey trockner Jahrszeit aufgeführten. Will man also die Festigkeit der Deiche durch Aufgiefsen des Wassers, während der Arbeit vermehren, so mufs sich dessen nur in geringer Quantität bedient werden, nähmlich blofs bey trockener Witterung, weil die Erde bey nasser ohnehin angefeuchtet ist. Ueberdiefs darf man nie darauf rechnen, dafs die neuen Deiche in der Oberfläche im Frühling noch eben so fest seyn werden, als sie es im Herbste waren; denn der Frost löst, der Erfahrung nach, die im Deiche befindliche Feuchtigkeit so weit auf, als er in den Deich eingedrungen ist, wefshalb dieser Theil locker wird, sobald der Frost von der Frühlingssonne aus dem Deiche gezogen ist. Es ist daher eine, mittelst *starker Anfeuchtung* der Deicherde bewirkte Festigkeit nur scheinbar.

§. 22. Was die Schwindung oder das Nachsinken des Deiches, wenn derselbe mittelst Pferde-Sturzkarrn aufgeführt wird, anbetrifft, so ist dieselbe nicht so grofs als Einige

glauben. Nach Verlauf von zwey Jahren habe ich sie im Durchschnitt nie gröſser als $\frac{1}{40}$ der Deicheshöhe gefunden.

Aber die Compression der lockern oder aufgegrabenen Erde ist groſs, und man darf also, um die Gröſse der *Deichgruben* d. i. des Bezirks, woraus die Erde genommen wird, zu bestimmen, — nur eine hinreichende Anzahl von Beobachtungen über das Verhältniſs des natürlichen in der Deichgrube liegenden Bodens zu dem lockern daraus aufgeworfenen Erdreich gemacht haben. Nach Festsetzung der Tiefe, bis zu welcher die Erde ausgegraben werden darf, kann man daher die Gröſse der Deichgrube — in Beziehung auf den Inhalt des Deichkörpers, bestimmen. In diesem Betracht habe ich bey den groſsen Deicharbeiten, die unter meiner Direction gemacht worden sind, genaue Beobachtungen anstellen lassen. Die Resultate davon sind folgende:

Beym Rheinschlick oder solcher Erde, woraus das feste Vorland längs Flüssen besteht, war die Compression	mit Schubkarrn aufgefahren.	0,333 oder $\frac{1}{3}$	Weil 1500 C. F. lockere Erde 1000 C. F. Deichkörper geben, oder jene sich zu diesem verhält wie 1,5 : 1	So ist die Festigkeit eines mit Wagen aufgefahrnen Deiches $\frac{1}{15}$ gröſser als die Festigkeit eines mit Schubkarrn aufgefahrnen Deiches.
	mit Wagen aufgefahren.	0,400 oder $\frac{2}{5}$	Weil 1666 C. F. lockere Erde 1000 C. F. Diechkörper geben.	

Ein mit Wagen oder Pferdesturzkarrn aufgeführter Deich erfordert demnach $\frac{1}{6} = 0{,}166$ Theil mehr Deicherde, als ein mit Schubkarrn aufgeführter. Man sicht also, daſs man wenigstens eine Lage um die andere mit Wagen auffahren lassen sollte um die so nöthige Compression d. i. die Festigkeit des Deiches zu vermehren, also womöglich, keinen Deich mit Schubkarrn allein auffahren darf. Da endlich 1000 Cubikfuſs fester Erde, wie sie im Vorlande liegt, im Mittel, das aus mehreren Versuchen gezogen ist, 1700 Cubik-Fuſs lockerer Erde geben, wie sie ausgegraben wird, um verfahren zu werden, so ist ihre natürliche Festigkeit 0,4117 oder $\frac{7}{17}$, und diese übertrifft die Festigkeit eines mit Wagen aufgefahrnen Deiches um $0{,}0117 = \frac{1}{85}$. Die Festigkeit eines mit Karrn aufgefahrnen Deiches aber um $0{,}0784 = \frac{4}{51}$. Man kann daher wohl behaupten, daſs ein von Schlickerde fest aufgefahrner Deich fast so lange schwinden wird, bis er die Festigkeit des natürlichen guten fruchtbaren Erdreichs, welches nicht geackert wurde, erreicht hat, denn die Nässe und Trockenheit werden seine Erdtheile immer näher und näher zusammenbringen. Aus dem berechneten Inhalte des Deiches, und dem Inhalte der abgefahrnen Deichgrube, wenn sie in guten Wiesenbezirken gegraben ist, wird man also schon beyläufig schlieſsen können, ob der Deich gehörig comprimit ist. Sodann wird man die Gröſse der Deichgrube als dem Deichkörper selbst gleich annehmen können, welches bey Anschlägen und der Bezahlung desjenigen Landes, welches zu den Deichgruben genommen werden muſs, eine nützliche Regel ist. Sie ist es um so mehr, da sie noch überdieſs, wie wir oben gesehen

haben, immer einen Ueberschufs an Erde giebt, welcher bey Verfertigung der Anschläge keine zu geringe und nur zu Täuschungen Anlafs gebende Summe anzeigt.

§. 23. Die Bestimmung der zweckmäfsigsten und mindest kostbarsten Methode, zur Aufführung der Erddeiche, in Rücksicht des Fuhrwesens, betreffend, so mufs man bey jedem Local den Taglohn für Menschen und Pferde kennen; sich nach der Art des üblichen Fuhrwerks richten, weil gewöhnlich die wohlfeilsten Fuhren dem Landmann selbst verdungen werden können. Besonders ist diefs vortheilhaft, wenn die Deichcasse nicht Pferde und Geschirr anschafft, welches nur bey sehr anhaltenden Arbeiten, wenn lange Deiche in einem Bezirke aufgeführt werden, und keine Natural-Concurrenz eintritt, anzurathen ist. Wird z. B. für einen mit zwey Pferden bespannten Wagen täglich 5 fl.; für einen Arbeiter 30 kr. bezahlt, so kostet nach den unten beyzubringenden Erfahrungen der Cubikschuh Erde auf 20 Ruthen (per 12 Schuh die Ruthe) Entfernung mit Karrn 1,05 Heller, mit Wagen 1,06 Heller. Auf 30 Ruthen mit Karrn 1,35 Heller und mit Wagen 1,36 Heller. Unter den Fuhrwerken sind nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen diejenigen zweyrädrigen Wippkarrn, deren Mittelpunct der Schwere, wenn sie beladen sind, in die Axe fällt, und die zugleich solche hohe Räder haben, dafs eine durch die Axe gezogene Horizontallinie die Brust- oder Zugmuskeln des Pferdes trift, und deren Axe einen möglichst kleinen Durchmesser hatte; die sich über diefs auf die leichteste Art laden und entladen lassen. Hierzu sind nun die Perronetschen Wippkarrn T. 84. F. 1. 2. 3. und 4. am zweckmäfsigsten, a) weil ein Pferd oder auch ein Ochs 7 Cubikfufs Erde ziehen kann, selbst auf schlechtem Wege, b) das Abladen in 20 Secunden geschieht, indem man nur den Nagel, der den Wippkasten hält, auszieht und den Kasten umstürzt; c) auf ebenem Wege zwey bis drey solcher Wippkarrn hinter einander angehängt werden, welches bey Aufführung von Dammwegen zwischen zwey Anhöhen sehr vortheilhaft ist. Die Räder eines solchen Wippkarrns sollten wenigsten fünf Schuh hoch seyn, und drey Zoll breite Felgen, aber nur eine 1½ Zoll dicke eiserne Axe, und einen leichten etwa von Weiden geflochtenen Kasten haben. Perronet gab solchen Kästen eine prismatische Form. Der vorne angebrachte eiserne Festhalter F. 1. wird aus dem am Kasten befestigten Oehr gehoben, wenn sich der Kasten um die Axe drehen und ausleeren soll. Was die weitere Erklärung dieser Kästen- oder Wippkarrn, deren man mehrere hintereinander bey *a* und *b* (F. 2.) hängen kann — betrifft, so ist sie durch die citirten Zeichnungen überflüssig deutlich gemacht. Gut wäre es, wenn man sie zu 10 Cubikfufs vergröfserte, weil diese Last von einem starken Pferde oder zwey schwachen gezogen werden kann. Man kann nähmlich diese Wippkarrn auch mit einer Deichsel versehen und sie also für zwey Pferde einrichten. Die Deichsel mufs alsdann nur von dem Pferde mit einer Trage in einer fast horizontalen Lage gehalten werden. Wird die Wippkarre denn noch kleiner etwa zu 4 Cubikschuh eingerichtet, und mit einer Deichsel versehen, so kann man sie von Menschen ziehen lassen. Die Räder erhalten

dann eine Höhe von drey Schuh. Tab. 121. (diese Kupfertafel kömmt erst im dritten Bande vor) Fig. 16. und 17. stellen diese Wippkarrn dar. Auf eine ähnliche Art läſst sich die Einrichtung auch für 2 Mann machen, welche die Wippkarrn ziehen.

Die Resultate von Perronets Beobachtungen über diese Wippkarrn, die in seinen Oeuvres pag. 60. (fol. Ausgabe) stehen, sind folgende:

Es wurde ein Wippkarrn, 7 Cubik-Fuſs enthaltend, von einem Pferde gezogen.					Es wurden zwey Wippkarren (hintereinander gelegt) von einem Pferde gezogen.				
Anzahl der Beobachtungen.	Mittlere Entfernung in französ. Schuhen.	Anzahl der Fuhren in einem Tage.	Quantität der lockern Erde in cubik-Schuhen.	Steigen des Weges in Zoll auf die Toise.	Anzahl der Beobachtungen.	Mittlere Entfernung in französ. Schuhen.	Anzahl der Fuhren in einem Tage.	Quantität der losen Erde in cubik-Schuhen.	Steigen des Weges in Zoll auf die Toise.
1	516	61	427	3 — 4	1	810	43	602	0
2	942	40	280	2 — 3					
3	1290	38	266	0	Es werden drey Kasten hintereinander gelegt, und von einem Pferde gezogen.				
4	1500	34	238	0					
5	1710	29	203	0					
6	1980	24	168	3 — 4	1	408	66	1328	0
7	2880	20	140	3 — 4	2	900	44	924	0

Wenn man also drey Wippkarrn hintereinander legt, so kann die Deicherde zum wohlfeilsten angefahren werden. Es darf jedoch die Auffahrt nicht sehr schräge seyn, und die Fuhrleute müssen schon einige Uebung erlangt haben, ehe das Fuhrwesen ohne Stocken gut geht. Zu der Anfahrung von Erde und Kieſs bedient man sich in Nieder-Oestreich eigener Kästenwegen, die man *Truhen* nennt. Ein solcher Wagen T. 84. F. 5. 6. 7. und 8. ist vierrädrig, in dessen Mitte der viereckigte Kasten *v* auf den zwo Bäumen *n* und *m* liegt. Am Boden des Kastens sind nach der Länge des Wagens zwey Hölzer *s s* angebracht, in welchen vier Stützen *x* zur Haltung der vordern und hintern Wand eingezapft sind. Wenn der Wagen schief geht, so verhindern die Hölzer *s s* das Abgleiten des Kastens. Damit der Kasten entladen werden könne, sind die zwo Seitenwände *v* zum herausnehmen eingerichtet, und zwischen den Leisten *w w* und den Nägeln *m m* eingesetzt. Der Kasten selbst fast 8,16 bis 32 Cubikfuſs. Der Wagen von mittlerer Gröſse wiegt 7 bis 8 und die gröſsten 9 bis 10 Centner. Die Ladung wird mit Schaufeln bewerkstelligt, und 16 Cubikfuſs laden zwey Menschen in 9 Minuten, vier Mann aber in 4 Minuten. Das Abladen wird folgender Maſsen bewirkt: Man zieht die vier Nägel *m* der einen Seitenwand heraus, nimmt dann diese Wand selbst weg, und zieht das Material mit einer Hacke zum Theil aus dem Kasten heraus. Hat man nun so viel Material, als thunlich ist, herausgenom-

men, so wird der Kasten von zwey Menschen mit der Achsel gehoben, und zwar der geleerte Theil; alsdann fällt die Erde vollends aus dem Kasten, als wozu etwa 2 bis 3 Minuten Zeit nöthig ist. Man sieht es sogleich, dafs diese Wagen sehr schwer sind und weder bey Erd - noch Kiefs - Anfahrungen vortheilhaft seyn können; ja dafs sie nur dem Landmann defswegen bequem sind, weil derselbe auf die Bäume *n n* schwere Steine laden kann, wenn er den Kasten abnimmt. Folglich kann er den Wagen zu mehrerley gebrauchen. Ihm gilt es übrigens gleich, wie viel er mit zwey Pferden an Material laden kann, weil er darnach die Bezahlung einrichtet. Die Baukundigen sollten daher den Bedacht nehmen, ein solches schwere und verschwenderische Fuhrwerk nicht zu gebrauchen, sondern leichte Wippkarrn einzuführen. Aufser diesen beschriebenen Wagen und Karrn wird man sich auch der ordinären Wippkarrn, wie sie allgemein bekannt sind, mit Vortheil bedienen können, besonders wenn sie von Ochsen gezogen werden, und man kann sie bis zu 10 Cubikschuh vergröfsern. Sie können auch ganz leicht etwa zu 50 Pfund schwer für Menschen eingerichtet werden, und ein Mann, der in den gewöhnlichen Schubkarrn nur einen Cubikschuh drücken kann, zieht dann ganz bequem vier Cubikschuh. Bey diesem Fuhrwerke ist man aber genöthigt, die Deichfahrten mit Brettern, worauf der Queere nach Leisten kommen, zum sichern treten zu belegen; denn sonst könnte ein Mann nicht 4 Cubikschuh Erde, die doch 315 Pfund wiegen, auf ein bereits emporgestiegenes Deichstück ziehen. Da, wo der Boden sehr fest ist, oder wo man vom Ladeplatze bis zum Deiche Bretter legen kann, könnten die Felgen der Räder ausgehöhlt seyn, und auf Leisten laufen, wenn nicht die Erde sich in die hohlen Felgen setzte, oder man könnte auch statt der Bretter eiserne Rinnen, nach der Art der eisernen Fabrikwege in England, legen.

Was die ordinären Schubkarrn betrifft, so sind sie sehr nachtheilig. Ihre Räder haben kaum einen Schuh im Durchmesser, da er doch wenigstens zwanzig Zoll haben sollte, um die Kraft des Drückens zu vermehren. Auch laufen die Räder nur selten mit eisernen Zapfen, sondern haben hölzerne starke Zapfen, welche den Widerstand vermehren. Zu den befsten Schubkarrn kann man den Karrn Fig. 30. u. 31. T. 121. oder F. *A* und *B* T. 84. zählen. Das Rad desselben hat 20 Zoll im Durchmesser und dreht sich um einen acht Linien starken eisernen Zapfen oder Axe. Der Kasten *a f b c* besteht entweder, um ihn leicht zu machen, aus haselnen Böttcher - Reifen oder aus dünnen buchenen Brettern, welche letztere auch die Seiten des Kastens ausmachen. Die Aufsetzstollen *e* und die Bäume *g* halten die Seitenwände zusammen; die Vorder - und Hinterwände *a* und *b* bestehen aus Brettern. Da die Last hier tiefer, als bey den gewöhnlichen Karrn liegt, so ist der Schuh leichter, wozu überdiefs die Höhe des Rades und die dünne Axe wesentlich beyträgt.

Aber nicht nur mit Schub - und Wippkarrn wird die Erde beygefahren, sondern auch mit Wagen, Schiffen und Schlitten. Mit diesen vorzüglich über das Eis in Noth-

fällen, oder wenn die Gegend oft vom Wasser bedeckt ist, und die Erde im Sommer weder mit Schiffen, noch Wagen beyzufahren ist. Unter diesen Umständen führt man sie im Vorrath mit Schlitten, und zwar nahe an die Deichlinie. Zuweilen kann auch im Sommer mit Handschlitten über einen ganz nassen und glatten Schlickboden besser, als mit Schubkarrn gefahren werden, welches ich am Dollart und in Holland wahrzunehmen Gelegenheit hatte.

Im Hessen-Darmstädtischen konnte man sich bey den beträchtlichen Deicharbeiten, die in den Jahren 1799, 1800 und 1801, unter meiner Direction bewerkstelligt worden sind, der entfernten Lage der Deiche untereinander und mehrerer Ursachen wegen, nicht der Wippkarrn bedienen. Die Deiche mufsten also mit gewöhnlichen Bauer-Wagen, gewöhnlichen Kasten-Schubkarrn und mittelst Aufwerfen der Erde mit Schaufel-Schüppen aufgeführt werden. Aus den bey diesen Arbeiten angestellten anwendbarsten Beobachtungen sollen hier die allgemein nützlichen Resultate vorgetragen werden: 1) Jeder mit zwey Pferden bespannter Wagen auf dem an den Wagen-Rungen zwey Bretter, zwischen welchen die Erde geladen wurde, gesetzt waren, fafste im Durchschnitt 10 Cubik-Schuh rheinisch, Erde (Rheinschlick) wovon der C. S. 78 bis 79 Pfund Nürnberger Gewicht wog. 2) Da mehrere Versuche gezeigt hatten, dafs das Aufladen alsdann in der kürzesten Zeit und am wohlfeilsten geschehen konnte, wenn stets vier Arbeiter einen Wagen füllten — denn 5 und 6 Arbeiter hindern sich in der Arbeit: — so liefs man vier Lader, worunter der Fuhrmann gerechnet ist, zu jedem Wagen anstellen. Diese luden denselben in 65 Secunden, mithin in acht Arbeitstunden (den Tag über) 443 Wagen. 3) Zum Abladen wurden zwey Mann, der Fuhrmann und ein Arbeiter, der zugleich die Erdhaufen auf dem Deiche auseinanderzog, angestellt. Diese konnten, indem sie das eine Seitenbrett des Wagens aufhoben, an die Rungen hiengen, das zweyte nach sich zogen, und den Grund damit herunter drückten, endlich auch das untere Wagenbrett umwandten — den Grund abstürzen lassen und gebrauchten daher zum Leeren des Wagens nur 21,5 Secunden. 4) Da die Erde der Deichgrube, wenn sie aus ganz fester Erde besteht, und etwa so fest, wie die untern Lagen unsers Vorlandes und der Wiesen ist, aufgehackt werden mufs, ehe sie geladen werden kann: so mufs man auf zehn Wagen zwey Mann zu dieser Arbeit rechnen. Wo aber die Deichgrube locker ist, da können die Lader gleich die Erde mit scharfen hohlen Schaufeln ausstechen, und in die Karrn oder den Wagen laden. 5) Es ist leicht einzusehen, dafs der leere Wagen mit einer gröfsern Geschwindigkeit als der geladene gefahren werden kann. Da der letztere mit 3,06 Fufs (4 Fufs möchte die gröfste Geschwindigkeit seyn) jener aber mit 3,372 Fufs in der Secunde fortgezogen wird: so konnten auf 30 rheinl. Ruthen Entfernung in 8 Arbeitsstunden gefahren werden 92,6 Wagen oder 926 Cubihschuh Erde; — die Lade- und Abladezeit mitgerechnet — auf 40 Ruthen 72,7 Wagen; auf 50 Ruthen 62,5 Wagen; auf 60 Ru-

then 53,8 Wagen; auf 70 Wagen 47,2 Wagen; und endlich auf 100 Ruthen Entfernung 34,5 Wagen. Auf eine weitere Entfernung wird die Erde nur äusserst selten angefahren werden; wie denn überhaupt darauf gesehen werden muſs, daſs die Deichgrube dem Deiche so nahe als möglich sey. 6) Drey Arbeiter und der Fuhrmann konnten — je nach der Festigkeit des Bodens — auf 30 Ruthen Entfernung aufladen 4 bis 5 Wagen, bevor der Wagen wieder auf dem Ladeplatz oder der Deichgrube zurückgekehrt war; auf 40 Ruthen 4 bis 5 Wagen und so von zehn zu zehn Ruthen Entfernung weiter, je einen Wagen mehr. Auf diese Weise konnten also auf 100 Ruthen Entfernung 11 bis 12 Wagen von 4 Mann stets gefüllt werden, wenn nähmlich die Einrichtung so getroffen wurde, daſs nicht nur beständig Wagen auf dem Ladeplatz, sondern auch auf dem Wege nach und von dem Deiche standen. Die Anzahl der Wagen muſs also auf eine gewisse Anzahl von Arbeitern und der Entfernung bestimmt seyn. Stellt man aber zu wenige Lader an, so müssen die Wagen warten, und es geht viel Zeit vergeblich verloren. Das sollte aber nicht seyn, sondern alle bezahlten Kräfte müssen stets, so viel es die nothwendigen Hindernisse erlauben, gebraucht werden. So kann z. B., wenn 4 Arbeiter laden, in 8 Stunden mittelst eines Wagens auf den Deich mehr Erde gebracht werden, als wenn einer ladet, und zwar 34,6 Cubikfuſs, als zwey 10,4, und alle drey 6,6 Cubikfuſs nähmlich auf 150 Ruthen Entfernung.

Was die Schubkarrn betrifft, so faſste jeder ein Cubikschuh Erde, und wog leer 56 Pfund. Begreiflich ist es, daſs eine gröſsere Anzahl von Karrn als Drücker genommen werden müsse, damit jeder Drücker, sobald er beym Ladeplatz mit dem leeren Karrn anlangt, einen voll Erde geladenen Karrn vorfindet. Es können, wie die Erfahrung lehrt, doppelt so viel Karrn als Lader angenommen werden, wodurch die Arbeit gar sehr gefördert wird, denn weder der Lader noch der Drücker darf alsdann auf einen Karrn warten. Die hierüber angestellten Beobachtungen haben nun ergeben: 1) daſs ein Mann den Karrn mit lockerer Erde in 40 Secunden ladet, in 5 Secunden umstürzt oder leert, und in 5 Secunden wieder umkehrt; in welcher Zeit die Erde aus den Karrn, von dem auf dem Deich arbeitenden Ausgleicher ausgeklopft wird, und der Drucker im Begriff ist zu gehen. 2) Binnen 15 Secunden setzt er den leeren Karrn vor dem Lader auf den Ladeplatz, und macht die Trage davon. 3) Dann nimmt er einen vollen Karrn, hängt die Trage daran, und hebt den Karrn auf in 15 Secunden. 4) Für Versäumniſs und Aufenthalt aller Art, von 20 Fuſs Entfernung, müssen 77 Secunden u. s. w. bis 100 Fuſs Entfernung nur 50 Secunden gerechnet werden, weil bey geringer Entfernung der Aufenthalt zunimmt, indem a) zu einer und derselben Zeit viele Drücker auf den Deich und Ladeplatz kommen, welcher Fall eintritt, wenn man die Arbeit durch Anstellung vieler Arbeiter zu beschleunigen genöthigt ist, die Arbeiter sich also gegenseitig hindern, und b) die Arbeiter, bey kürzern Distancen, wegen des öftern Auf- und Abgehens auf dem Deiche mehr ermüdet werden. Auch

kann man mit der Anzahl der Arbeiter nicht jederzeit so wechseln, wie man will und wie sich die Entfernungen ändern. 5) Der Arbeiter drückte einen beladenen Karrn mit 2,5 Fuſs, den leeren mit drey Fuſs Geschwindigkeit in der secunde. 6) Wiewohl nun nach dem ersten Punct ein Arbeiter in 10 stunden, in einem Arbeitstage (mit Anstrengung) 900 Karrn laden kann, so darf man doch nur im Mittel 720 rechnen, nähmlich wegen einer Menge Hindernisse, als Wasser trinken, Bier trinken; auch öfters Mangel an Raum, wenn z. B. die Drücker einer nach dem andern ausladen müssen u. dgl. Um diese Hindernisse zu verringern, muſs ein Wasserfaſs bey dem Arbeitsplatze stehen, und es mögen einige heimliche Behältnisse von Faschinen oder Stroh und Rohr aufgesetzt werden. Auch müssen die Schubkarrn und übrigen Werkzeuge in gutem Stande seyn, und die Arbeiter nach Maaſsgabe ihres Körperbaues angestellt werden, wobey ich dann bemerke, daſs die jungen Leute von 15 bis 20 Jahren sich zum Schubkarrndrücken besser als die Alten schicken.

Nach allen diesen Datis kann: 1) Von einem Drücker in 10 Arbeitsstunden gefahren werden auf die Entfernung des Ladeplatzes vom Deiche

Entfernung in rheinl. schuhen.	Anzahl der Karrn.	Entfernung in rheinl. schuhen.	Anzahl der Karrn.	Entfernung in rheinl. schuhen.	Anzahl der Karrn.	Entfernung in rheinl. schuhen.	Anzahl der Karrn.
20	245	120	202	220	143	310	113
30	241	130	194	230	139	320	111
40	238	140	187	240	135	330	108½
50	235	150	180	250	131	340	106
60	232	160	174	260	128	350	105
70	230	170	167	270	125	360	101½
80	226	180	162	280	121	370	99½
90	222	190	157	290	119	380	97½
100	220	200	152	300	116	390	95½

2) Ein Lader füllt aber den Drückern oder Schiebern an Karrn, nähmlich auf 20 Fuſs Entfernung für zwey Drücker; auf 50 bis 100 Fuſs Entfernung für 3 Drücker, auf 100 bis 150 Fuſs Entfernung für 3 bis 4 Drücker, auf 150 bis 200 Fuſs Entfernung für 4 bis 5 Drücker; von 200 bis 300 Fuſs Entfernung für 5 bis 6 Drücker; von 300 bis 350 Fuſs Entfernung für 6 bis 7 Drücker, und auf 350 bis 420 Fuſs Entfernung für 7 bis 8 Drücker. 3) Die Lader und Drücker müssen mit ihrer Arbeit wechseln, um nicht zu sehr ermüdet zu werden. So kann z. B., wenn 5 Drücker und ein Lader arbeiten, ein Mann innerhalb zehn Stunden zwey Stunden über laden. Die Anzahl der Drücker und Lader (von 6 bis 10 Mann) mag eine Arbeitscompagnie oder Rotte ausmachen; denn es ist sehr vortheilhaft, wenn man die Arbeiter in Rotten eintheilt, und jeder Rotte einen recht guten und fleiſsigen Arbeiter als Vorarbeiter zutheilt, auch wohl die Arbeit einer jeden Rotte nach Cubikschuhen veraccordirt. Kennt man die

Entfernung, in welcher die Deicherde geholt werden mufs, so läfst sich aus den vorne angegebenen Datis bestimmen, wie viel von jeder Rotte Tagweise geleistet werden kann. Kennt man dann die Quantität lockerer Erde, die zum Deiche nöthig ist, so läfst sich nach dem Tagelohn die zum Aufkarrn erforderliche Summe bestimmen.

§. 24. Bey der Aufführung der Deiche entsteht nothwendig die Frage: auf welche Entfernung man die Erde mir Wägen oder mit Schubkarrn befahren lassen müsse. Eine solche Vergleichung mufs sich nothwendig auf den Tagelohn beziehen. Rechnet man für den Wagen zwey Pferde und den Knecht täglich 5 fl., und für den Arbeiter bey den Schubkarrn 30 kr., so ist die Beyfuhr mit Karrn auf 300 Fufs höchstens auf 360 Fufs Entfernung vortheilhafter als mit Wagen, und auf weitere Entfernungen soll man sich dieser bedienen. Hierbey ist dann auch zu bemerken, dafs die Arbeit mittelst Wagen gar sehr befördert, und die Festigkeit des Deiches vermehrt, auch bey der Aufsicht dadurch erspart wird.

§. 25. Oefters wird man wohl thun, die Erde auf geringe Entfernungen, etwa auf die Weite von zwey Würfen mit Hohlschaufeln aufwerfen zu lassen. Man wird alsdann vor und hinter dem Deich hin auch einen kleinen aber nicht tiefen Graben machen dürfen, indem daraus Deicherde genommen wird, und diese seichten Gräben werden in einem festen und fetten Terrain nicht den mindesten Nachtheil bringen, aber wohl eine bedeutende Ersparnifs seyn, wie ich nachher zeigen werde. Selbst längs dem Friesländschen Seedeiche an der Südersee, und bey mehreren Flufsdeichen Hollands, findet man recht breite und tiefe Gräben am Deichfufs, ohne dafs sie irgend einen Nachtheil verursacht hätten; zumahl längs Flüssen, wo die vor den Deichen gezogenen Gräben bald zuschlicken.

§. 26. Die Werkzeuge, welche bey dem Erdewerfen und ausspütten der Erde mit Oeconomie gebraucht werden, sind folgende: 1) Die befste Art Wurfschaufeln sind Holzschaufeln. Ihre Länge beträgt 7 bis 7,5 Zoll. Ihr Queerschnitt *c a d* (Fig. 61. Tab. 84.) beym Öhr *a* oder nahe am Stiel, ist von *c* bis *d* 6,6 Zoll. Der vordere Queerschnitt *f g h* vom erstern in einer Entfernung von 6,2 Zoll genommen, hat von *f* nach *h* 5 Zoll. Die Höhe *e d* des erstern Queerschnitts ist 1,7 Zoll, und des zweyten von *b* nach *g* ist 1,4 Zoll. Der Stiel einer solchen Hohlschaufel kann für grofse Arbeiter 3 Fufs 4 Zoll, für kleine 3 Fufs lang, darf aber wenig und nur in der Nähe des Oehrs gebogen seyn. Mit jedem Wurfe einer solchen eisernen Schaufel kann geworfen werden 144 bis 288 Rhl. C. Zoll, je nachdem die Erde locker, zusammenhängend ist, oder gar aus Rasenstücken besteht, oder die Arbeiter stark und gewandt sind, Demnach kommen also 6 bis 12 Würfe auf den Cubikschuh. Die Entfernung, in welcher geworfen werden kann, ist, mit grofser Anstrengung, 9 Fufs verticaler Höhe und 26 Fufs horizontaler Weite, mit gewöhnlicher Arbeit 4 Fufs Höhe und 10 Fufs horizontaler Entfernung. Ein Arbeiter kann also 600 Cubikfufs Erde in 10 Stunden auf den Deich werfen, und wenn zwey Arbeiter ausgestellt werden, wovon der eine

dem andern die Erde zuwirft, (zu welchem Ende, auf schrägen Deichen eine vier Schuh hohe Stellage von Brettern auf Holzböcke gelegt, nöthig ist) so werden 300 Cubikschuh auf einen Arbeiter in 10 Stunden gerechnet werden können, nähmlich auf 20 Fufs Entfernung. Diese Bestimmung würde in der Praxis anwendbar seyn, wenn man annehmen könnte: dafs die Arbeiter ununterbrochen arbeiteten, welches aber nicht möglich ist. Man darf daher nur 250 Cubikschuh Erde rechnen, die ein Mann auf 20 Fufs Entfernung in einem Tage werfen kann. Nun bringt aber ein Mann, wenn er seinen Karrn ladet, auf diese Entfernung mit dem Schubkarrn nur 184 Cubikschuh Erde auf den Deich; mithin ist es bey dieser Weite vortheilhafter, die Erde werfen als ankarrn zu lassen, wenn es nicht andere Umstände abrathen.

Zum Ausheben oder Ausspütten der Erde ist aber kein Spaden bequemer und leichter, als der auf T. 91. in Fig. A, B und C 24mahl so klein als die wahre Gröfse dargestellte Spaden. Derselbe besteht, ausser dem doppelten Rande C, welcher von Eisen ist, und mittelst den Blättern *a* und *b* an das hölzerne Blatt *B* mit vier Stiften befestigt wird, aus Holz. Er sollte überall, wo guter Boden nicht aber Sand ist, bey nasser Witterung, zum Deichbau gebraucht werden. Bey trockenem Wetter, wenn die Erde hart ist, sind statt hölzerne ganz eiserne scharf und schmale Blätter zu gebrauchen.

§. 27. Von der Ausführung der übrigen Arten von Deichen, ausser den Erddeichen, werde ich Folgendes anführen müssen. Nicht immer werden dem Wasser harte Körper entgegengesetzt, sondern man pflegt sich auch in manchen Fällen der weichen zu bedienen. Beym Deichbau wird nähmlich auch Seegras oder Wier angewandt, womit der äussere Theil der Seedeiche längs Nordholland und längs einem Theil der Insel Texel gemacht ist, wie diefs bereits S. S. 501 beschrieben wurde, als worauf ich in Hinsicht der *Wierdeiche* verweise. Ohne einen Fufs von grofsen Steinen und einen Erddeich dahinter kann sich indessen ein solcher Wierriemen (Profil 1 *c f g h* T. 56.) nicht erhalten, und überdiefs erfordern die Wierdeiche viele und kostbare Reparaturen. Man läfst sie daher nach und nach eingehen, wie es denn mit dem Deich auf der Insel Texel der Fall ist.

§. 28. *Steindeiche*, deren vordere Böschung nur mit rauhen Steinen belegt werden, die aber sonst aus einem Erdkörper bestehen, sind gegen die See die allerzweckmäfsigsten. Wie man solche in Holland und Deutschland construirt hat, und welche Form man ihr geben müsse, das ist bereits beym Seeuferbau erörtert. Auch habe ich die wichtigsten Steindämme, ich meine die Venetianischen, beschrieben S. S. 548.

An *Flufs-Schartdeichen* legt man die Steine zwischen Verzäunungen von *grünem Weidenholz*, welches ausschlägt, und die im späten Herbst oder vor Mitte April gemacht werden. Die 1½ bis 2 Fufs hohen Verzäunungen, welche um zwey Zoll starke grüne Weidenpfähle recht fest angezogen werden, laufen mit der Krone des Deiches parallel, und der letzte Zaun mag drey Schuh von des Deiches Krone ent-

fernt stehen. Zu den Pfählen selbst aber muſs nicht weit vom Kopfe ein Loch eingebohrt seyn, welches dicht über den Zäunen zu stehen kommt. Durch dieses wird ein kleiner Stock queer über den Zaun gesteckt, damit die Zaungärten nicht aufspringen. Die Zäune schlagen dann aus, und weder die Wellen noch der Strom oder die Eisgänge können die vom Buschwerk bedeckten und von den Verzäunungen gehaltenen Steine fortwälzen. Es versteht sich, daſs man, wenn es seyn kann, diejenigen Steine dazu wählt, welche die mehrsten Ecken haben, als Tuf- und Muschelkalksteine, und daſs man die platten Steine als Porphyre und Sandsteine nur auf ein Unterlager von Ziegelgraus und Mauerschutt legt, alle Fugen mit Kopfsteinen füllt und auskeilt. Werden die Zwischenräume der Verzäunungen mit grobem Kies gefüllt, so werfe man gegen die Zäune etwas Erde, damit sie Loden ausschlagen, weil der Kies zu sehr brennt und den Lodenausschlag verhindert.

An der Piave liegen Deiche, deren Krone und Vordertheil aus einem Mauerwerk von Quaderstücken bestehen, die aber innerhalb eine Erdböschung haben. Diese Dämme haben ungeheure Summen gekostet, wenig Böschung, und ihr Fuſs ist unterwaschen, daher sie gröſstentheils zerstört sind. Man nennt sie dort gleichfalls Murazzi. Sie sind zum Theil von Lorgna, der bekanntlich ein groſser Theoretiker war, angegeben. Man muſs sie gleichfalls zu den *Steindeichen* zählen.

§. 29. Von den *Holzdeichen* werden einige von zwey Pfahlreihen formirt, der mittlere Raum wird dann mit Erde, Kiesel, oder Steinen ausgefüllt, und mit Bohlen gedeckt, wie denn der Deich an der Hafenmündung von Medenblick so aufgeführt ist; zuweilen deckt man auch die Böschung eines Deiches mit Holzschwellen und lagert Steine dazwischen, um diesen ein festes Lager zu machen. Eine solche Construction hat z. B. der Seedeich von Ostende, den ich S. 528 beschrieben habe.

§. 30. Deiche, die mit Stroh bekrampt sind *(Strohdeiche)*, müssen in der Oberfläche aus guter und zäher Erde bestehen, damit die Strohkrampen halten können, welches im Sande nicht möglich ist. Das Bekrampen der vordern Böschung eines Seedeiches geschieht auf folgende Weise. Es wird nähmlich auf die von Klay oder guter Erde vollendete äussere Böschung eine *Strohlage*, etwa einen bis 2″ dick, gespreitet (T. 48.) siehe die F. bezeichnet mit *Steindossirung* bey *a c* und *b d* und (T. 84. F. 68.) und zwar von unten nach oben mehrere solche Lagen. Alsdann bindet der Arbeiter um seinen Leib einen ledernen Riemen, an welchem vorne ein 4″ langes Eisenblech befestigt ist. Er nimmt hierauf einen gedrehten Strohbüschel *g*, *h* T. 84. F. 68. oder auch einen lockern Strohbüschel in seine rechte Hand, legt denselben der Queere nach über die Strohlage *i*. In seiner linken Hand faſst er den Krampspaaten F. 67. Dessen Länge richtet sich je nach der Gröſse des Arbeiters; sie ist 2½ bis 3 Schuh. Mit diesem Spaaten, dessen eiserner Theil *b c* etwa 8″ lang ist, sticht der Arbeiter, indem er sich bückt und das Instrument an das besagte Blech drückt, den

strohbüschel in g F. 68. etwa 4'' tief in die Erde, und zwar alle zwey bis drey zoll Die strohkrampen g und *h* werder aber auf 4'' Abstand gelegt und befestigt. Wiewohl eine solche strohdecke den wellen gut widersteht, so ist sie doch nur höchstens ein Jahr dauerhaft, mufs daher alle Jahr erneuert werden, und ist defswegen sehr kostbar. So habe ich z. B. auf dem seedeich zu westkappel grofse strohmagazine gesehen, welche im october jedes Jahrs zur Erneuerung der übrigens musterhaften Bekrampung verbraucht werden, Diese strohbekrampung ist blos bey seedeichen nöthig, und zwar von der Ebbe bis zur täglichen Fluth oder bis zur Linie, unter welcher hinab keine Gräsereyen wachsen. Zuweilen also höher als zur Fluthlinie, nähmlich da, wo die see eine Menge Muscheln und schaalthiere auswirft, welche die Böschung über diese Linie hinauf bedecken, und den wachsthum der Gräsereyen verhindern.

§. 31. *Sanddeiche* oder *sanddämme* werden mit stroh bestickt und mit Helm bepflanzt, wie diefs s. 498 gelehrt ist, worauf ich also nur verweise.

§. 32. Eine andere Methode ist an der Merwede im Gebrauch. Man macht nähmlich Horden, das sind von Rohr oder stroh geflochtene Decken, und heftet diese auf die Böschung gegen den heftigen wellenaufschlag auf. An der untern Elbe bey Glückstadt bedient man sich zu diesem Behufe der gewöhnlichen schäfer-Horden oder Flacken.

§. 33. Flufsdeiche, die dem strom und wellenschlage blofsgestellt sind, und auf denen die frischen Rasen diesen Kräften nicht widerstand leisten können, werden nur mit weidenbusch bespreitet. Dieser wird dann mit verzäunungen, die um solche Pfähle gehen, welche durch die Buschlage und in die Böschung geschlagen, und etwa 3 bis 4 Fufs lang sind, überzogen, und mit etwas Erde bedeckt. An sehr gefährlichen stellen wirft man zwischen die von grünen weiden gemachten verzäunungen steine, und läfst dann die Buschdecke weg. Vorzüglich giebt diese letztere Methode eine sicherheit gegen den Angriff der Eismassen, insonderheit wenn das Holz ausschlägt, was bereits im ersten Jahr geschieht. Ich habe sie am Rhein mit dem befsten Erfolge in Anwendung gebracht. Solche Buschdeke kann auch mit wippen befestigt werden s. s. 268.

§. 34. Die *conservation* oder *Reparation der Deiche* mufs dergestalt besorgt werden: 1) Dafs der Deich stets seine, mit Nummerpfählen alle 50 oder 100 Ruthen abgesteckte Höhe, und die im Besteck bestimmten Böschungen habe. 2) Der Deich mufs alle Frühling von unkraut und einzelnen Gesträuchen, so wie vom Treibzeuge gereinigt werden, damit das Gras aufkomme, und eine gute Grünschwarte bilde. 3) Auch müssen die Maulwürfe, Mäuse und Dächse, soviel es thunlich ist, weggefangen werden, und trift sich der Fall, dafs eine nicht zu vertilgende Anzahl von Mäusen sich in dem Deich anhäuft, so mufs man, indem das wasser steigt, (aber nicht eher) die Mäuselöcher so schnell als möglich, zustampfeu lassen, je nach der wasserhöhe und ein paar schuh über dieselbe hinauf. Dieses Mittels habe ich mich im Herbste 1801 mit dem befsten Erfolge am Rhein, bedient. Am befsten gelingt es, wenn

man es vor Eintritt des Frostes anwendet, oder wie gesagt, bey steigendem Wasser. Zur Conservation der Deiche trägt es wesentlich bey, wenn längs dem Fuſse des Deiches auf beyden Seiten ein 4 bis 8 Schuh breiter Erdraum (*Deichrecht*) liegen bleibt, damit in den Deich hinein nicht geackert werde, und das Vieh nicht auf die Böschung laufe. Wo diese Böschungen steil d. i. etwa nur zweyschuhig sind, und wo der Deich längs einer Viehtrift hinläuft, wird längs dem Deichrecht eine kleine Grube gemacht, und in dieser (in der Queere) alle 30 Ruthen, eine Plankenwand, welche auch etwas über die Dossirung hinaufgeht, und über das Deichrecht herunter läuft, 4 Schuh tief, an ein Queerholz in den Erdboden gesetzt. Solche Queerwände verhindern das Vieh, aus der Trift auf den Deich zu gehen, und man erspart dabey einen Holzzaun. Lebendige Zäune längs einer Viehtrift kommen aber leider nur selten auf.

§. 35. Sollen aber die Deiche erhöhet, und verstärkt werden, so mache man die Anbermung oder Verstärkung wo möglich an einer und zwar an der innern Seite, wenn nämlich der alte Deich recht fest, und von guter Erde ist, auch eine hinreichende äuſsere Böschung hat. Besteht er aber aus schlechter Erde, und ist derselbe locker und schlecht aufgefahren, so hacke man seinen obern Theil auseinander; führe über ihn die Verstärkung hin, und zwar anfänglich mit Wagen, um den alten Deich zu komprimiren. Zuweilen wird man indessen wegen des Anfahrens der Deicherde genöthigt, die Anbermung an der vordern Seite zu machen Dieſs kann auch geschehen, wenn Hofnung da ist, daſs sich diese neue Arbeit bald begrüne, wiewohl es besser ist, sie dem Wasser zu entziehen, und die alte vordere Böschung ruhig liegen zu lassen, besonders wenn sie eine gute Grünschwarte hat oder wohl gar mit Steinen und Strohbekrampungen, oder mit einer Klaylage bedeckt ist, und wie schon oben erwähnt worden ist, hinreichende Böschung hat. Oefters muſs indessen die Verstärkung des Deiches auf beyden Böschungen und über die Krone hin zugleich gemacht, und der alte Deich ganz in Erde eingehüllt werden, wenn nämlich die Deicherde von beyden Seiten des Deiches geholt werden kann, und der cubische Inhalt einer solchen Verstärkung nicht so groſs ist, als wenn man sie an der innern oder vordern Seite allein anbrächte. Zur Festigkeit des Deiches ist es alsdann wesentlich nöthig, daſs man die alten Böschungen oder den obern Theil des Deiches etwas aufhackt, herunterzieht, und die Verstärkungsmasse selbst gröſstentheils mit Wagen, oder Pferde - Sturzkarrn auffahren läſst. Zuweilen kann man auch den alten Deich zum Theil zu einer zweckmäſsigen Verstärkung verwenden, wie Fig. 21. Tab. 84. zeigt. Viele der alten Deiche werden auch bloſs dadurch erhöhet werden können, wenn man auf ihre breite Krone einen Aufsatz bringt; denn die Krone braucht nicht so breit zu seyn, als sie gewöhnlich bey den alten Deichen ist, wie ich oben, gezeigt habe.

Bey einer solchen Erhöhung ist es jedoch zweckmäſsig, die Stellen des alten Deiches, worauf dieselbe angebracht wird, aufzuhacken oder umzupflügen, damit sich

die Erdlagen gut verbinden. Auch sollte man die Arbeit im Frühling vornehmen und vollenden, damit die Verstärkung noch vor Winter begrüne, also eine feste Rasendecke oder Grünschwarte erhalte.

§. 36. So wie nun die Deiche, welcherley Art sie auch seyn mögen, stets gut conservirt werden müssen, so muſs man auch diejenigen Uferbauwerke, welche zu ihrem Schutze angelegt sind, in einem guten Stande zu erhalten suchen; denn ohne diese Maaſsregel ist die Sicherheit des Deiches gefährdet.

§. 37. *Was die Benutzung der Deiche betrifft*, so muſs man a) eine gute Grünschwarte zu erhalten suchen; b) das Gras, welches auf den Deich wächst, muſs gemähet werden. c) Auf Deichen, die aus einer fruchtbaren Erde aufgeführt sind, kann auch anfänglich Klee- und Heusaamen zugleich und zwar, wo möglich, im May gesäet werden, besonders wenn die Witterung etwas feucht ist. In einigen Fluſsgegenden findet auch der Gebrauch statt, daſs auf neuen Deichstrecken, zwischen dem Klee, auch Hafer angesäet wird. d) Wenige Deiche, das sind solche Deiche, die grössere, als dreyschuhige Böschungen und breite Kronen haben, wird man beweiden lassen dürfen, und zwar nur mit Schafen, weil sonst die Böschungen, so wie die Krone abgetreten wird, Vertiefungen erhält, und die aufgelockerte Erde vom Regen bald abgespühlt wird. e) Die Kopfweiden oder Pappeln, welche (nach S. 269.) auf der äussern Böschung stehen, müssen nicht über 12 bis 13 Fuſs hoch gelassen werden, damit der Wind sie nicht losswackele oder wohl gar umwerfe. Sie werden dann alle vier Jahre regelmäſsig geköpft. Da, wo kein starker Wind herrscht, kann man sie auch höher werden lassen.

§. 38. *Die Vorsichtsmaſsregeln bey hohen Wasserständen* bestehen nun im wesentlichen darin: 1) daſs mittelst Deichwachen — die den Deich, je nach der Localität, besetzen, und mit Feuergewehr versehen seyn, auch von den Ortsvorständen visitirt werden müssen — eine frevelhafte Durchgrabung oder Durchbohrung des Deiches verhindert wird. 2) Dringt dann das Wasser durch den Deich stark durch (ein wenig durchsickern hat auf den Deich keine nachtheilige Folgen) so verstopfe man die Oeffnungen der vordern und hintern Seite zugleich mit Mist, mit fetter oder Gartenerde und Rasen, und befestige dieſs mit einer Faschinenbau-Lage. Insbesondere wird aber die Zustopfung des Loches auf der vordern Böschung zweckmäſsig seyn, weil das Stopfmaterial vom Wasser in die Oeffnung hineingedrängt wird. Zuweilen kann man auch groſse leinene Tücher nehmen, an denselben Steine und Gewichte befestigen, und dieselben vor den Deich hinablassen. Auch können statt dieser Gewichte kleine Anker, welche in die Dossirung des Deiches eingreifen, unten an solche Tücher befestigt werden. In Holland bewahrt man diese Tücher in eigenen Magazinen auf (z. B. im Deichmagazin zu Spaarndam), oder man bedient sich an ihrer Statt auch wohl der Seegel von Fahrzeugen. Auch kann man sich derjenigen Tücher bedienen, worauf der Landmann den Rübesaamen ausdrischt.

Bey solchen hohen Wasserständen, die den Deich zu übersteigen drohen, schlägt man mitten auf der Krone, oder etwas weiter vorwärts, vier Schuh lange Pfähle, ein paar Schuh tief ein, setzt Bretter davor, wirft Mist und Erde hinter diese Bretterwand. Und kann man zwey Wände schlagen, und sie mit Erde füllen, so ist es desto besser. Sehr beschwerlich wird diese Arbeit, wenn der Deich gefroren ist, und man mufs alsdann zuweilen die Pfahllöcher mit Pfahleisen, die man glühend macht, vorstossen. Anstatt der Bretter kann man sich auch der Wippen bedienen, die dann ½ bis 1 Schuh im Durchmesser stark gemacht, mit Pfählen aufgeheftet werden, und hinter denen Erde oder Mist geworfen wird. Hat man zu diesen Arbeiten aber nicht Zeit, und die Erde ist aufgethauet, so wirft man eine Erderhöhung längs der innern Seite des Deiches, oder besser vorne auf und von der nächsten Erde, die man haben kann; selbst wenn sie im Nothfall von der innern Böschung des Deiches genommen werden müfste. Es versteht sich, dafs zu solchen Notharbeiten ein Jeder augenblicklich Hand anlegen mufs, sobald der Deichsoffiziant es für nöthig findet. Leider geschieht diefs aber nur selten; denn es fehlt noch gar manchem Lande an einer zweckmäfsigen Deichordnung — die auch über die Deichbesichtigungen oder Deichschauen Bestimmungen enthalten mufs — wiewohl dessen Sicherheit von guten Deichen zum Theil abhängt. Hier und dort ist sogar mit allgemein guten, in der Praxis bewährt gefundenen Maximen nicht einmal gedient, sondern der Schlendrian hat fast überall die Oberhand, und sucht jeden gemeinnützigen Vorschlag im Keime zu ersticken. Verursacht das hohe Wasser an der äussern Böschung Einwühlungen, so mufs man diese Stellen augenblicklich zuerst mit Stroh, dann mit Faschinen und Wippen bedecken, und mit Pfählen befestigen. Auf diese Weise werden solche Stellen gegen den Angriff des Stromes und der Wellen gesichert.

§. 39. *Die Methoden, nach denen die Deichbrüche gedichtet, und die Abschälungen der Dossirungen ausgebessert werden*, hängen gröfstentheils vom Locale ab: denn anders mufs ein Kolk, der in den Erdboden hineingeht, oder ein Grundbruch gedichtet werden, anders ein blofser Abbruch mehrere Schuh hoch über das Mayfeld und noch anders eine blofse Abschälung des Deiches, wie auch ein erfolgter Bruch, der durchaus während der Zeit, dafs das Wasser ihn durchströmt, zuzudämmen ist. Welche Beschädigungen des Deiches indessen auch wieder herzustellen seyn mögen, so mufs man sie jederzeit so schnell als möglich beginnen und zu vollenden suchen. Freylich ist diefs dem Deichbaumeister nur alsdann möglich, wenn ihm die nöthigen Hülfsmittel bewilligt werden. Versagt man ihm diese aber, so treffen alle aus den Deichbeschädigungen erwachsenen Nachtheile die Regierung oder ihre Kollegia und Civilbeamten selbst. Ist nun eine blofse Abschälung der Krone oder der Deichböschungen erfolgt, so wird diese sogleich, wenn das Wasser so tief gefallen ist, dafs man die Deicherde dahin schaffen kann, ausgebessert; und zwar nach der oben gelehrten Methode, Deiche aufzuführen. Der abgeschälte Theil mufs auch erst von allem Schilf und Holz oder

der ausgewaschenen lockern Erde, die unter sich keine Verbindung hat, entblöſst werden. Der beschädigte Deichtheil muſs aber stets höher, als der übrige Deich aufgeführt werden; eine Regel, die bey jeder andern Zudichtung gilt, weil sich solche ausgebesserte Deichstücke senken und durchaus dem Angriff und Ueberfall des zu erwartenden hohen Stroms nicht bloſsgestellt werden dürfen. Da, wo also eine solche erneuerte Stelle dem Angriffe eines hohen Sommerwassers und Wellenschlages ausgesetzt ist (vom Winterwasser ist, wie schon mehrmals erwähnt wurde, nicht so viel für neue Deiche zu fürchten, weil der Frost in die Erde dringt) muſs man die vordere Böschung sogleich mit Rasen belegen. Auf eben diese Weise wird auch ein Deichbruch, welcher nicht in den Boden hineingeht, gedeckt, sobald das Wasser verlaufen ist. Soll er aber zugedeicht werden, während daſs das Wasser ihn durchströmt, um die Ueberschwemmung von einer noch gröſsern Landschaft abzuwenden, so bleibt kein anders Mittel übrig, als in den Bruch hinein, bis zur Oberfläche des durchströmenden Wassers, ein Faschinenwerk aufzuführen, und sowohl dahinter als darauf einen Erddeich aufzuschütten; denn mit bloſser Erde läſst sich ein solcher Durchbruch nicht zudämmen, eben so wenig, als ein Deich ohne Gründung von Faschinenbau auf einen Morast, oder weichen Boden dauerhaft aufzuführen ist. Auch führt man vor dem Durchbruche in einer Ausbiegung ein Faschinenwerk auf, und schüttet nachher im stillstehenden Wasser den Erddeich in der Richtung der Deichlinie auf, wo alsdann, wenn der Strom gefallen ist, das Faschinenwerk wieder weggenommen wird. Da ich vom ersten Fall unten noch mehr sagen werde, so übergehe ich hier das Detail davon. Beyde Fälle treten jedoch nur dann ein, wenn man durchaus genöthigt wird, den Durchbruch, während der Durchströmung, zuzudichten.

Soll aber lediglich verhindert werden, daſs der Durchbruch sich nicht erweitere, so werden die beyden in Abbruch stehenden Deichenden, mittelst einer einstweiligen Plankenwand, Faschinenlagen, Horden, Leitern und Lacken oder Segeltüchern, die man darauf befestigt, jene mit Wippen, Pfähle u. dgl., diese mit angeknüpften Steinen oder Ankern, erhalten.

Unter die Faschinen, Horden, Leitern und Segeltücher bringt man auch Mist und Stroh, welches sich in alle die Vertiefungen der Deichenden hineinlegt, und so eine ebene Fläche, auf welcher das Buschholz liegen kann, bildet. Vor den Deichbruch selbst und auch dahinter bringt man auch wohl, wo möglich, ein Sinkstück an, oder wirft mit Steinen gefüllte Senkfaschinen ein, um nur einen Grundbruch zu verhüten. Grundbrüche müssen sogleich dauerhaft und zwar, sobald als thunlich ist, zugedämmt, keinesweges aber mit einstweiligen Fang-, oder Nothdeichen umgeben werden: es sey dann, daſs dem Deichoffizianten die nöthigen Materialien zu einer solchen Durchdeichung fehlten. Diese Regel gründet sich darauf, daſs a) ein solcher Nothdeich unnütze Kosten verursacht, die sich, wenn er rund um den Kolck gelegt wird, und die Höhe des Hauptdeiches, wegen des zu erwartenden Anschwellens des Stromes erreichen

mufs, fast eben so hoch, als die Erneuerung des Hauptdeiches belaufen. Mufs nun eine solche Durchdeichung in einem mäfsig tiefen und weiten Kolcke bewerkstelligt werden, wenn das hohe Wasser schon verlaufen ist, so ist es rathsam, den Kolck gänzlich mit Erde auszufüllen. Ist dessen Boden aber locker, so mufs zuerst unter dem Deichfufse ein Faschinenwerk bis zur Höhe des Mayfeldes, gelegt werden.

Die beschwerlichste Dichtung durch einen Grundbruch findet dann statt, wenn der Strom durch den Bruch noch mit einer grofsen Geschwindigkeit — etwa mit 4 bis 6 Fufs Geschwindigkeit auf die Secunde, einzieht. Begreiflich ist es, dafs sie nicht mit Erde allein bewerkstelligt werden könne, und dafs man sich weder der grofsen Pfähle noch der Kistwerke bedienen dürfe, weil jene Hohlungen in dem Faschinenbau, worauf der Erdkörper zu liegen kömmt, und diese Hohlungen unter sich, verursachen. Ein solches, vor vielen Jahren aufgeführtes Kistwerk war im Jahr 1799, im Darmstädtischen am Rheindeiche, die Ursache von einem grofsen Durchbruche. Ich liefs es daher vollends ausreissen, als der Deich wieder hergestellt wurde.

Einige haben dafür gehalten, dafs man solche Durchdeichungen aus zwey Faschinendämmen verfertigen, und den Zwischenraum mit Erde ausfüllen müsse. Diefs ist aber eine fehlerhafte Methode: a) weil schmale Faschinendämme weder Dichtigkeit noch Stärke gewähren; b) die Kosten gar sehr vermehren, indem man mit einem Faschinendamm, der um $\frac{1}{3}$ schmäler, als zwey von jenen Dämmen ist, auskommen kann, da er noch immer stärker und dichter ist. c) Wird dann zwischen zweyen Faschinendämmen der Erddeich aufgeschüttet, so setzt sich derselbe weit ungleicher, als wenn man ihn auf *einen* Faschinendamm legt, und er erhält nothwendig, aus dieser Ursache, leicht Risse und Spalten, durch welche, wenn man sie nicht bey Zeiten gewahr wird, der erste hohe Strom eindringt, und einen *neuen Durchbruch* verursacht. Alle diese Nachtheile haben schon längst in Holland für die Durchdeichung mit zwey solchen Dämmen entschieden. Auch habe ich, S. 261., eine der merkwürdigsten Durchdeichungen, die je in Holland gemacht worden sind, beschrieben, und mit Zeichnungen erläutert. Also kann ich mich hier, des Details wegen, auf diese Beschreibuug beziehen. Ich will daher nur im Allgemeinen noch Folgendes anmerken: Schreitet man zur Aufführung einer solchen Durchdeichung, so werden zuerst vor den beyden Deichenden — und zwar mehrere Ruthen vom Bruche an — Bleswerke gelegt, deren Construction in der ersten Abtheilung beym Flufsbau gezeigt worden ist. Mit diesen zwey Bleswerken verbindet man den eigentlichen Faschinen - oder Zuschlufsdamm. An derjenigen Seite, wo der Kolck am tiefsten ist, wird dieser Damm nach Art des am Rhein üblichen Faschinenbaues aufgeführt. An dem seichtesten Ende des Kolcks wird dann ein Sinkstück, in der Richtung des Dammes selbst, gelegt, welches mit Seile, Anker und Pfähle am Ufer befestigt, und mit Ziegelgraus und anderm Materiale, ja mit Senkfaschinen, die mit Stei-

nen gefüllt sind, beschwert wird. Dieses Sinkstück verhindert nämlich das Auslaufen des Grundes, den es befestigt. Auf diese Weise kann von der entgegengesetzten Seite über den Kolck hin das Faschinenwerk ohne Anstand aufgebauet werden, welches man mit Kies, Mauerschutt und Ziegelgraus, sowohl in seinem Innern, als auf der Oberfläche beschwert, wie diefs, S. 261., bey einer merkwürdigen Durchdeichung am Leckflufs gezeigt worden ist.

Anstatt des Sinkstückes kann auch ein Faschinenbau den Anschlufs bilden, welcher freylich gut gemacht, und zwar mit Senkfaschinen oder grobem Kies beschwert seyn mufs, um eine hinreichende Festigkeit zu erhalten. Ist dieser Faschinendamm bis zur Höhe des vorbeyziehenden hohen Stromes vollendet, mithin der Grundbruch geschlossen, so wird auf seinen beyden Böschungen Kiesel, Erde, Sand und Mauerschutt eingestürzt, welches dann auch zum Theil in den Busch hinein rieselt, und die Zwischenräume so verstopft, dafs immer weniger Wasser durchdringt. Wenn diefs geschehen ist, wird nach und nach der Faschinendamm ganz in eine Erdmasse eingehüllt. Nach der vordern Seite und oberhalb wird die beste Deicherde genommen. Damit der Deich so fest, als möglich, werde, führe man ihn mit Pferde-Sturzkarrn oder mit Wagen auf. Erstreckt sich der Kolck sehr weit vor den Deich hin, und fliefst der Strom in des Kolckes Nähe, so ist es zweckmäfsig, in einiger Entfernung vor dem Deich, queer durch den Kolck, einen kleinen Faschinendamm, als Schlickfänger, aufzuführen und diesen, so wie den ausgedeichten Kolck sobald, als möglich, mit Erdweiden oder Pappeln zu bepflanzen, damit ihn der hohe Strom aufschlicke, oder, welches einerley ist, mit Flufsschlamm ausfülle.

Solche, auf einen Faschinendamm gelegte Erddeiche werden sich wenig senken, welches die Erfahrung lehrt. So haben sich z. B. alle diejenigen Durchdeichungen, von Grundbrüchen, welche ich längs dem Rhein und Mayn auf einen Faschinendamm habe gründen lassen, ganz gleichförmig und kaum $\frac{1}{30}$ der Höhe gesetzt. Da, wo zu beyden Seiten oder auch zu einer Seite des Deiches, ein jäher tiefer Kolk bleibt, kann man des Faschinendammes nicht wohl entbehren, weil der Erddeich nicht Stabilität genug erhalten, und nach beyden, oder der einen Seite hin, in den Kolck hinein gleiten würde. Der Faschinendamm mufs also wenigstens bis zum Mayfelde aufreichen. Kann man den Kolck an der einen Seite, seiner geringen Gröfse wegen, ausfüllen, so wird der Faschinendamm nach der entgegengesetzten Seite, aber immer gröfstentheils unter den Erddeich, gelegt. Wo aber die Durchdeichung zu bewerkstelligen ist, während dafs der hohe Strom in den Deichbruch einstürzt, da mufs der Faschinendamm jederzeit nach der Stromseite zu, gelegt werden, um dem Strome Widerstand zu leisten, und damit der Deich in Zukunft nie unterwühlt werde.

§. 40. Die Sparsamkeit bey Deicharbeiten, so wie beym Wasserbauwesen aller Art, kann ausser der zweckmäfsigen Anordnung des Bauwerkes selbst von der guten Organisation der Direction bey der Baustelle bewirkt werden. Diese mufs nun so einge-

richtet seyn: dafs die oberaufsicht über die Arbeit einem Manne — (Inspector), dem die Praxis geläufig ist, der Beurtheilungskraft und Gewandtheit, so wie eine gute Methode hat, die Bauaufseher dem Local angemessen zu belehren, solche zur Ausübung ihrer Pflicht zu verhalten, so wie die Arbeiter zum Fleifs anhalten zu lassen — anvertrauet wird. Derselbe, oder die ihm untergeordneten Bauaufseher, müssen a) die Arbeiter und Wägen stets so anzustellen wissen, dafs sie alle beschäftigt sind, keiner den andern hindert. b) Jeglicher Arbeiter nach seinen Kräften und nach der ihm eigenthümlichen Behendigkeit zu arbeiten genöthigt wird. c) Daher mufs dem Inspector auf 50 bis 80 Mann ein Bauaufseher zugegeben werden, welcher in seiner Abwesenheit die eben angeführten Dispositionen mit gleicher Emsigkeit zu treffen, sich bestreben mufs. d) Auch hat der erstere sich bey der Art der Arbeit nach der Witterung zu richten, und beym Regenwetter die Arbeiten, soviel als thunlich ist, einzustellen. In diesem Betracht mufs zu den Deicharbeiten, nicht ohne Noth, eine andere, als eine gute Jahrszeit gewählt werden. e) Der Inspector mufs für so viel, als möglich, bequeme Deichfahrten oder Auffahrten sorgen, und f) die beste Deicherde, so nahe, als thunlich ist, nehmen. g) Auch das zweckmäfsigste Fuhrwerk, als worüber oben mehreres gesagt ist, wählen. h) Nach der Anzahl der Schubkarrn-Drücker, — die sich richtet 1) nach der Zeit, in welcher der Deich fertig seyn soll, und 2) nach der Entfernung des Platzes, worauf die Deicherde geladen wird, vom Deiche selbst — ist die Anzahl der Lader und Schubkarrn zu bestimmen. i) Auch darf nur bis auf eine gewisse Entfernung, welche ich vorn angegeben habe, die Deicherde mit Schubkarrn aufgefahren werden. Auf weitere Entfernungen mufs man sich der Wipp-Pferdekarrn (oder der Wagen) bedienen.

Hat nun der Inspector mittelst einer beträchtlichen Anzahl genauer Versuche es ausgemittelt, wie viel Cubikschuh fester Erde zehn Mann in zehn Arbeitsstunden, d. i. in einem Arbeitstage, auf den Deich bringen können, wenn sie fleifsig sind: so berechne er auf dem Ladeplatze die Deichgrube, und schliefse unmittelbar mit den Arbeitern einen Verding, und zwar mit je zehn bis zwanzig Arbeitern, denen ihre Deichgrube, die sie aber aller Orten gleich tief ausstechen müssen, anzuweisen ist. So kann auch über das Fahren mit Sturz- oder Wippkarrn, wie auch über das Planiren ein Accord abgeschlossen werden. Arbeiten, über welche die, §. 23., angeführten Versuche manche Data liefern. Zuweilen wird auch wohl die Deichgrube, nachdem sie ausgehoben ist, erst berechnet. Man läfst nämlich hier und da abgekürzte Erdkegel, welche an ihrer Oberfläche den Rasenboden der Deichgrube behalten müssen, stehen. Nach diesen wird also die Tiefe des ausgehobenen Bezirkes erkannt. Eine Berechnung, die den Arbeitern begreiflicher, und die im Grunde sicherer ist, als jede andere, weil sonst die vor Anfang der Arbeit ausgerechneten Bezirke, öfters nicht aller Orten so tief ausgehoben werden, als die Rechnung es bestimmte. Es versteht sich hierbey von selbst, dafs die Kegel die tiefen und hohen Stellen der Erdoberfläche angeben müssen, folglich da,

wo der Boden uneben ist, mehrere stehen bleiben, als wo dessen Oberfläche fast horizontal ist.

Hier wird es nun ohne Zweifel der schicklichste Ort seyn, zwo öconomische Maaſsregeln beym Deich- und Wasserbau anzuführen. Dieselben bestehen darin: 1) daſs man keinen Deich- oder Wasserbau, auf Entreprise aufführen lassen müsse, 2) daſs man in Friedenszeiten das Militär zum Dammbau verwenden sollte!

§. 41. Nachdem ich die allgemeinen Maximen bey Aufführung der Deiche mitgetheilt habe, will ich einige ausgeführte Deichanlagen beschreiben. Ich werde mich dabey um so kürzer fassen können, als bereits in der Seeuferbaukunde die wichtigsten holländischen Deichanlagen beschrieben sind, weil dieselben mit den Seeuferbauten in genauester Beziehung stehen. Von den Seedeichen werde ich daher hier keinen Seedeich speciel anführen, um alle Wiederholungen zu vermeiden.

§. 42. Wenn indessen ohne Zweifel ein Schriftsteller, die von ihm ausgeführten Werke zum Beſsten beschreiben kann, so wird es mir erlaubt seyn, eine von mir in den Jahren 1799 bis 1802 ausgeführte Unternehmung hier mitzutheilen. Sie betrifft die Sicherung desjenigen bedeutenden Landesbezirkes, der zwischen der Maynmündung und dem Rheine liegt, und der einen Bestandtheil der ehemaligen Grafschaft Katzenellenbogen oder des jetzigen Groſsherzogthums Hessen ausmacht (S. Tab. K.) In der That kommen dabey die wichtigsten Fälle vor, welche die Deichbaukunde darbiethet; indem ich die Hochgewässer und Eisgänge zweyer groſsen Flüſse zugleich zu bekämpfen hatte. Dieser Deichbau ist genau mit dem Fluſsbau verbunden, den nur das concave Ufer der Erfelder-Serpentine (Tab. 3.) muſste um des Flusses willen mit Bauwerken, welche aus Faschinenbau bestehen, der mit Muschelkalksteinen beworfen, auf der angeführten Kupfertafel gezeichnet ist, gedeckt werden. Die übrigen Uferstellen sind der Deiche wegen durch so construirte Bauwerke geschützt. In dieser letztern Hinsicht werde ich genöthigt seyn, noch einiges vom Fluſsbau hier einflieſsen zu lassen. Sehr oft sind nämlich diese zwischen dem Mayn und Rhein liegenden Gegenden, von Ueberschwemmungen heimgesucht worden, zuletzt in den Jahren 1784, 1789 und 1799. In dem letztern Jahre, als ich noch den dortigen Fluſs- und Deichbau dirigirte, hatten die Hochgewässer alle Rheindeiche überströmt, gröſstentheils zerstört, und die am Mayn liegenden Dämme durchbrochen. Zwey wesentliche Fehler, die wir bey dem Laufe dieser Flüsse antreffen, nämlich die Erfelder Serpentine, und die rechtwinkelichte Vereinigung des *Mayns* mit dem *Rhein*, hatten stets die Eisdämme zwischen *Maynz* und *Worms* hervorgebracht, mithin die Eismassen und das Wasser zu einer, für die Uferlande verderblichen Höhe angeschwellt. Hiezu kommen noch die vielen Inseln und Seichten des Rheins, so wie die Profilengen dieses Stromes, welche das Festsetzen der Eismassen befördern. (S. S. 91.) Im Rhein werden nämlich die Eisdämme oberhalb Stockstadt, und unter Erfelden (Tab. 3.) aufgethürmt, weil der Eisstrom in der Erfelder Serpentine eine Stockung erhält; sich daher auf die Seichten und Inseln auf-

setzt, indem diese Krümme die Flufsbahn verlängert, und die Geschwindigkeit, bey der bleibenden Neigung des Stromes, verringert. Um solche Eisdämme, die aus - unter - und übereinander geschobenen, bis zum Boden des Flusses reichenden Eismassen bestehen, in Bewegung zu setzen, dazu gehört nun ein grofser Druck der Wassermasse, welche das Eis heben mufs, ehe es sich in Bewegung setzt. So mufste der Rhein bey Erfelden im Februar 1799 bis zur nie bekannten Höhe von siebenzehn Fufs zwey Zoll über dessen niedrigsten Stand, oder am Erfelder Pegel (*) anschwellen, um den Eisdamm in Bewegung zu setzen. Oberhalb Stockstadt war dazu die Wasserhöhe von 16 Fufs 8 Zoll nöthig. Die zu 14 bis 15 Fufs Pegel liegenden Deiche wurden also überströmt, zerrissen, und die Ueberschwemmung trat in das Land hinein. Indem so die Erfelder Serpentine und die an ihrem Anfang und Ende liegenden Sandbänke und Inseln des Stromes Geschwindigkeit hemmen: verursacht alles dieses Eisstopfungen, vermehrt die Seichtigkeit des Rheines oberhalb; erschwert demnach in dieser Hinsicht, und wegen dem längern Wege, den die Schiffe in der gedachten Serpentine nehmen müssen, die Schifffahrt.

Also besteht die Haupt-Flufscorrection in einer *Durchgrabung* dieser Krümme, welche von 1 nach 11 (Tab. K.) gehen; die Leitdeiche 1. 2. und 3. 4., so wie die Schöpfkribbe n l erhalten müfste. Diese Geradeleitung des Rheins wird, in Beziehung der Länge, die Neigung vergröfsern, den Strom beschleunigen, die Eismassen ohne Stopfung abführen, und des Flusses Bett vertiefen. Und da von der gröfsern Tiefe des Bettes und der Abkürzung der Flufsbahn, die Senkung der Oberfläche eine Folge ist: so wird dieser Durchstich die Auswässerung aus dem, bey *Eich* liegenden *Altenrhein* gestatten; also diesen grofsen Morastbezirk in nutzbares Eigenthum verwandeln. Endlich wird diese Durchgrabung die gleichförmige Neigung und Geschwindigkeit des Rheins, in diesem Flufsbezirk, herstellen: folglich in allem Betracht für die Schifffahrt, und für die diefs - und jenseitigen Lande von unendlichem Vortheil seyn. Es ist daher wünschenswerth, dafs das französische Gouvernement diese Durchgrabung — in Gemeinschaft mit den Nachbarn — bewirken, und dieselbe zur Gränze, weil sie doch in kurzer Zeit den Hauptflufs bilden würde, machen möge.

Aber nicht nur die Serpentine, Sandbänke und Inseln, verursachen Eisstopfungen, also schädliche Anschwellungen des Stromes, sondern auch die *kleinern Profilstellen*, zwischen den beyderseitigen Rhein - Deichen. Diese retardiren nämlich des Stromes Geschwindigkeit in den obern Flufsgegenden, indem sie das Wasser aufschwellen, und erleichtern es so den grofsen Eisschollen sich in Eisdämme zu formiren. Solches beengte Profil ist alsdann noch nachtheiliger, wenn das Flufsbett sich erhöht hat. Da wir nun

(*) Von den Pegeln oder Wassermerkpfählen will ich hier nur anmerken, dafs am Mayn bey Rüsselsheim, vor dem Hause des Kaufmann Schleunig ein Pegel steht, dessen Nullpunct der niedrigste Stand des Mayns ist, und dafs bey *Erfelden* und *Ginsheim* (Tab. K.) gleichfalls, seit 1797, Pegel gesetzt worden sind, deren Nullpunct den niedrigsten Wasserstand des Rheins angiebt.

dasselbe zwischen *oppenheim* und dem *cammerhoffe* (tab. K.) antreffen, oberhalb welchen einige Inseln und seichten liegen, so ist die vorgeschlagene Geradeleitung des Flusses, wodurch diese seichten fortgeschafft werden, noch wünschenswerther; und auch deſswegen, weil eine solche kleine Profilstelle daselbst weit nachtheiliger, als anderswo ist, wo sie zunächst unterhalb einer serpentine liegt, in welcher ohnehin die Geschwindigkeit des Eisstromes retardirt ist.

Eine dritte ursache zur Anschwellung des Rheins oberhalb Maynz ist, wie gesagt, die Einmündung des Mayns, welche mit dem Rheine einen rechten winkel bildet, mithin des Rheins Abfluſs hemmt, und zwar um so mehr, da der Mayn stets einige Tage früher, als der Rhein offen geht, und daher auch früher hoch anläuft. Es müſste demnach diese Mündung unter einem spitzen winkel, daselbst wo ihr ehemals von der Natur ihr weg (s. auf der Karte *Alte-maynmündung*) angewiesen war, geleitet werden. Dabey müſste dann Maynz insonderheit viel gewinnen, weil der so geleitete Mayn die Eisdecke des Rheins aufbrechen, und deren Fortgang früher, als jetzt, eröffnen; auch den Eisstrom nicht mehr directe auf Maynz leiten würde. Auch wäre hierdurch die Befestigung von Cassel, welches jetzt nach Frankreich gehört, verbessert. Nicht nur die stadt Maynz, sondern die gesammte Rheingegend, würde alsdann kein so hohes wasser haben, eben weil der Mayn des Rheineises Abfluſs beförderte, anstatt er ihn jetzt, mittelst seiner rechtwinkelichten Einmündung, hemmt. Diese fehlerhafte Maynmündung ist indessen nicht sowohl für die Rhein-, sondern auch für die Mayngegenden äuſserst nachtheilig: denn indem sie die Geschwindigkeit des Mayns und seines Eisstromes retardirt, schwellt sie diesen zur verderblichen Höhe, und macht ihn über die ehemaligen niedrigen Deiche austreten. Ja! sie hemmte stets des offenen stromes Abfluſs, sobald der Rhein höher, als der Mayn von den schneewässern — aus den hohen schweitzergebirgen kommend — anschwellte, welches fast immer um Johanni der Fall ist. Sie erhöhet demnach das Fluſsbett des Mayns, weil der retardirte strom die groben Kiesel nicht fortwälzen konnte. So wie nun der Erfolg von einer ursache wieder eine wirkende ursache selbst wird, waren es auch die seiten-Ergieſsungen, welche die Eisstopfungen unterhalb Rüsselsheim mit bewirkten, und diese vermehrten dann wieder, wie gesagt, den Abfluſs des durch die Deichbrüche oder seitenwege flieſsenden Eisstromes. Die Eisstopfung und die damit verbundenen hohe Anschwellung des Mayns, werden auch noch dadurch bewirkt, daſs dieser Fluſs früher als der Rhein, wegen seiner gröſsern Geschwindigkeit mit Eise geht, und weil der schnee in Franken früher, als in den höhern schweitzergebirgen aufthaut. Geht nun der Mayn bereits mit Treibeis, während die Eisdecke des Rheins unbeweglich steht, so können des erstern Flusses Eismassen wegen seiner fehlerhaften vereinigung mit dem Rhein (s. s. 89.) nicht in das Rheinbett eintreten, und die Anschwellung des Mayns ist unvermeidlich.

Indem der hohe Eisstrom des Mayns im Jahre 1799 die Mayndämme durchbrach, suchte er alle, zwischen den Dörfern *Rauenheim* und *Bischofsheim*, auf der Karte Tab. k gezeichneten Vertiefungen auf. Er floſs durch alle diese Seitenwege, aber nicht in seinem natürlichen Bette, dessen Mündung von den Eismassen des Rheins verstopft war, und endlich formirte derselbe selbst unterhalb Rüsselsheim einen Eisdamm. Er überschwemmte die Fluren von allen Ortschaften, welche zwischen dem Mayn und Rhein bis Erfelden liegen, so daſs selbst auf der einen Seite des Rheindeiches bey Leeheim, die Wassermassen des Rheins, und auf der andern Seite dieses Deiches die des Mayns standen. Der Eintritt des hohen Mayns in diese niedrigen Gegenden wurde auch noch dadurch befördert, daſs sowohl oberhalb Rauenheim die Vertiefung x als unterhalb Rüsselsheim diejenige, worin jetzt der Deich k liegt, ohne Deiche gelassen waren.

Diese Maynüberschwemmungen sind nun weit nachtheiliger, als die des Rheins, weil der Mayn grobes Material: als Kiesel und Grand, führt, welches sich auf die Fluren von Rauenheim, Bischofsheim und Rüsselsheim lagerte. Von der Ginsheimer Gemarkung riſs der höher als der Rhein stehende Mayn, dessen Neigung von Rüsselsheim bis dahin sieben Schuh betrug, den beſsten Boden ab, zerstörte die Rheindeiche g h und i m. Er vereinigte sich dann erst mit dem Rhein. Das waren also sehr bedeutende Nachtheile für die Obergrafschaft! Diese Ueberschwemmungen erfolgten folgender Maaſsen: nachdem der Eisstrom des Mayns durch die Vertiefung x, oberhalb Rauenheim, über die niedrigen Deiche B und C, sich ergossen hatte, fiel der Mayn bey Rüsselsheim: denn der Zufluſs war vermindert, die Geschwindigkeit des Stromes nahm daher ab, und das Eis formirte sich zu einem Eisdamm, welcher fest saſs, wiewohl zu gleicher Zeit der hohe Mayn durch jene Seitenwege mit fünf Fuſs Geschwindigkeit strömte. So wie nun des Mayns Abfluſs bey Rüsselsheim gehemmt war, stieg der Eisstrom oberhalb diesem Orte immer höher, und zerriſs die Deiche D und E, endlich auch den Deich vor Rüsselsheim, und bey F. So floſs nun des Maynes Eisstrom durch alle die Seitenwege, aber nur nicht in seinem natürlichen Bette, dessen Mündung von Eismassen verstopft war. Setzt man aber die Alte-Maynmündung als noch vorhanden fest, so ist es klar, daſs der Mayn im eisfreyen Zustande, in den Rhein einen ungestörten und schnellen Abfluſs hätte haben müssen, wegen seiner gröſsern Neigung und des spitzen Mündungswinkels, daſs also auch, in diesem Betracht, sein Eisstrom mit einer gröſsern Gewalt auf die Eisdecke des Rheins wirken konnte, und dessen Fortgang beschleunigt haben würde. Bey der gegenwärtigen Mündung, den Seitenergieſsungen des Mayns, war es aber kein Wunder, wenn sich im Mayn, unterhalb Rüsselsheim, Eisdämme festsetzten, welche den Abfluſs des Eisstromes hemmten, und denselben durch die Seitenwege ins Land hinein stauten, nachdem die niedrigen Deiche zerrissen waren; ja daſs der Mayn höher stieg, als ehemahls, und immer verderblicher für die Obergrafschaft ward, daſs endlich dessen Bett, unterhalb Rauenheim, zum Nachtheil für die Schifffahrt, immer höher emporstieg. In allen diesen

Rücksichten ist demnach die Verbesserung der Maynmündung, d. i. ihre spitzwinkelichte Richtung mit dem Rhein, sehr wünschenswerth. Ja! von den wohlthätigsten Folgen für die Rheingegenden, zwischen Maynz und Mannheim, und für die Mayngegenden zwischen Maynz und Hanau. Leider hängt eine solche Flufscorrection aber nicht von Hessen-Darmstadt ab, und es sollte dieselbe auf Kosten Frankreichs, der Grofsherzogthümer Hessen und Frankfurt, bewirkt werden, da die Hemmung des Eisstromes im untern Flufsbezirk, auch eine frühere Anschwellung des Stromes in den zunächst liegenden obern Gegenden zur Folge hat.

§. 43. Die Deichanlagen des Rheins und Mayns mufsten also vorzüglich dem oben aufgestellten Grundsatze entsprechen, welcher darin besteht, die Eismassen zwischen den Deichen zu halten, weder denselben noch dem Strome den Austritt in die verschiedenen Seitenwege zu gestatten. Ich legte daher längs den Mayn, zwischen Rauenheim und Bischofsheim, die auf der Karte (T. k) mit A. C. D. E. F. K. und I bezeichneten Deiche an, erhöhte und verstärkte die längs dem Rhein unterhalb Geinsheim liegenden Rheindeiche. Welche Höhe und Stärke ich denselben gab, dieses zeigt folgende tabellarische Uebersicht:

Tabellarische uebersicht von denen seit 1799 von dem verf. neu angelegten und erhöheten Mayn-Deichen, in hydrotechnischer und öconomischer Hinsicht aufgenommen und bestimmt.

Nahmen der Deiche.	Breite der Krone.	Ueber den Nullpunct des Rüsselsheimer-Pegels, welcher mit dem zu Frankfurt von mir vorgeschlagenen Pegel correspondirt, und dessen Nullpunct beym niedrigsten Wasserstande angenommen ist. — Die Deiche sind aufgeführt. Höhe d. innern Kron. Linie.		Höhe d. äussern Kron. Linie.		Höchster Wasserst. in der Gegend (b).		Die Deiche müssen beständig zu dieser Höhe erhalten werden. Innere Kronenlinie.		Aeussere Kron. Linie.		Die alten Deiche lagen.		Die neuen Deiche liegen als die Alten.		Die neuen Deiche werden beständig über den höchsten Eisstrom erhalten		Länge der Deiche in rheinländ. Ruthen.
	Fuſs.	F.	Z.	F.	Z.	F.	Z.	F.	Z.	F.	Z.	F.	Z.	F.	Z.	F.	Z.	Rth.
Neuer Raunheimer Deich A (*)	8	23	0	22	0	20	10	23	0	22	0	17	8	5	4	2	2	163
Der Deich C unter der Raunheimer Ziegelhütte (**)	3 bis 8	21	6	21	6	20	6	21	6	20	6	17	6	4	0	1	0	122
Der Treburer Deich D (***)	5 bis 8	22	5	21	6	20	4	22	0	21	0	17	3	4	9	1	8	80
Der Rüsselsheimer Festungsdeich E (****)	10	21	5	19	11	19	4	21	0	20	0	16	9	4	3	1	8	286
Der alte Rüsselsheimer Deich längs dem Dorfe (*****)	2 bis 4	21	3	21	3	19	2	21	0	21	0	18	3	3	0	2	1	157
Der neue Rüsselsheimer Deich F (a)	6	21	3	19	9	19	2	21	0	19	9	16	6	4	6	1	10	
								vom obern Ende bis zum Nummer-Pfahl III.										
Der neue Bischofsheimer Deich I.	3	20	—	—	—	16	10	18	10	18	10	existirte vorher kein Deich.				2	0	205
		vom Pfahl 1 bis 11. 17′3″ bis 18½′				—	—	vom Pfahl 1 bis 11. 17′3″ bis 18½								im Mittl. 1	6	
Die Verlängerung des neuen Raunheimer Deichs von A nach b	2	23	0	23	0	20	10	23	0	23	0	ist noch nicht aufgeführt.				2	2	126
Der Deich K an der Rüsselsheimer Ziegelley	3	19	0	19	0	18	2	19	0	19	0	ist im Sept. 1801 aufgeführt.				—	10	162

(b) Bey Frankfurt an der Brücke stand der Mayn im Jahr 1799. 1682. 1764. 1784 über den niedrigsten Wasserstand, 17 Fuſs, 10 Zoll, 21 F. 2 Z. 18 F. 3 Z. 20. 3 Z.

Anmerkung. Die Aeussern-Böschungen habe ich verschieden bestimmt, je nachdem die Deiche dem Eisschube bloſsgestellt liegen, und aus schlechter Erde bestehen, sind sie gröſser. Sie sind zwey bis dreyschuhig. So ist z. B. die Aeussere- und Innere-Böschung des Festungsdeiches E drey Schuh auf jeden Fuſs Höhe; und die Innere ist deſswegen so stark, weil hinter dem Deiche ein Kolk liegt. Vor diesen Deichen und auf der äussern Böschung sind zwey bis drey Reihen Pappeln, um den Eisstrom abzuhalten, gesetzt.

(*) Der alte und zerstörte Deich lag bey B. (T. k.) und ist abgekarrt.

(**) Dieser Deich war 1799 auf zwey Drittheil zerstört und ist verlängert worden.

(***) — — — zur Hälfte zerrissen und der Durchbruch gieng 12 Fuſs tief in den Boden hinein.

(****) — — — ganz fortgerissen und der Durchbruch gieng 12 Fuſs tief in den Boden hinein.

(*****) Dieser Deich war zwey Schuh abgeschält und hatte einen Durchbruch.

(a) Der alte Deich lag bey E. Der Neue ist dem Mayn näher gerückt worden, um dem Eisstrom die Seiten-Austretung zu benehmen, mithin dessen Geschwindigkeit zu vergröſsern; also den Abfluſs zu befördern und die Eisstopfungen zu verhindern.

Aus dieser Tabelle wird der Leser bemerken, dafs die Höhe der Deiche sich stets nach der Höhe des höchsten Eisstromes richtet. Bey ihrer Lage ist dann auch noch auf die Anhöhen und Deichweiten Rücksicht genommen worden, so dafs die Deichweiten gröfser geblieben sind, als die Profile der natürlichen Ufer des Mayns oberhalb, und dafs endlich alle diese Deiche zwey bis drey Schuh höher als das gesammte Land, worauf sie sich enden, liegen, damit selbst die höchsten Ströme über das Land noch einen Fufs hoch überflötzen können, ehe sie den bekannten höchsten Wasserstand erreichen. Da nun das Wasser, wenn es ein paar Schuh hoch über einen horizontalen Boden flötzt, d. i., mit einer unmerklichen Geschwindigkeit fliefst, keine Abnahme desselben bewirken, und aus dem Flufs selbst das grobe Material nicht heben und führen kann: so ist selbst bey den gröfsten Wasserhöhen für die Gegenden keine Gefahr. Ueberdem aber wird der so bedeichte Eisstrom, höchst wahrscheinlich, die 1799 Höhe nicht mehr erreichen, weil dessen Beschränkung die Geschwindigkeit und das Vermögen, womit er auf des Flusses Bett und auf die Eisdecke des Rheins wirken kann, vermehrt. So wie es nöthig ist, den hohen Mayn oberhalb Bischofsheim zwischen Deichen und dem rechtseitigen Ufer einzuschliefsen, so mufste dessen Profil unterhalb diesen Deichen erweitert und vergröfsert werden, um die Höhe zu verringern und den Abflufs zu befördern. In diesem Betracht durfte man den i. J. 1799 und 1800 angelegten Bischofsheimer Deich — welcher das Dorf Bischofsheim gegen den Anfall hoher Ueberströmungen und Eisgänge deckt, und der die Eis- und Wassermasse oberhalb, zu einer solchen Höhe erhält, mittelst welcher sie auf den Eisgang unter Hochheim wirksam seyn können — nicht weiter abwärts gegen die Anhöhe von Hochheim verlängern. Auch sollte man den Ginsheimer Deich gegen die Bleyau, von dem grofsen Durchbruch bey F an bis zur Gustavsburg, auf 14 Fufs Ginsheimer Pegel abflächen, wiewohl er jetzt zu 15 Fufs bis 16 Fufs 6 Zoll Pegelhöhe liegt, damit der hohe Mayn über diesen Deich sich in den Rhein ergiefsen möge. Vierzehn Schuh über den niedrigsten Wasserstand ist für diesen Deich eine hinreichende Höhe, weil das höchste Sommerwasser nur zu 13 Fufs 6 Zoll steigt, und dieser Deich doch vom Mayn endlich überströmt, und wegen seiner Höhe zerrissen wird. Alsdann müfste er sich bey L an die Gustavsburg anschliefsen, und das unter L liegende Stück, welches doch nur auf ein niedriges Land endet, könnte abgetragen werden. Auch die Gustavsburg, welche über alle Inondationen liegt, und den Abflufs des Eisstromes hemmt, sollte abgeflächt, und der hohe Theil in den sie umschliefsenden Graben geworfen werden, welcher sodann zu einem nutzbaren Bezirk gemacht wäre. Noch eine andere Maafsregel, welche gleichfalls die Beförderung des Abflusses vom Mayn oder die Vergröfserung dieses Flusses Geschwindigkeit bewirken soll, ist ins Werk gesetzt worden. Es ist nähmlich ein niedriger Deich, der zwischen der Rüsselsheimer Ziegelhütte und dem Bischofsheimer Deich längs dem Mayn nach der punctirten Linie a b (T. k.) auf 13 Fufs Rüsselsheimer Pegel lag, abgetragen worden, weil er ganz zwecklos war, denn das hohe Winterwasser konnte

von ihm nicht abgehalten werden. Auch liegt unter ihm landwärts eine Anhöhe, die höher als er selbst war. So werden öfters beträchtliche Summen unnütz beym Deichbau verwendet. Jetzt wird also der Abfluſs von diesem Deiche nicht mehr gehemmt. Und anstatt, daſs der Alte-Mayn ehemahls durch den Pfaffenschlund so schnell floſs, daſs die Rüsselsheimer Fluren mit Kiesel und Sand bedeckt wurden, wird jetzt die vom Bischofsheimer Deich aufgestauete stille Wassermasse den fetten Bodensatz des feinen Materials, welches der Mayn führt, niederlassen, und die Fluren düngen, der Kiesel und Sand wird aber im Flusse selbst fortgewälzt werden.

Die Rheindeiche des Groſsherzogthums *Hessen* veranlassen, so wie die Mayndeiche, nicht unwichtige Betrachtungen. Ihrer Lage nach liegen sie weit nachtheiliger als die jenseitigen Deiche a) weil sie dem hohen Wellenschlage, vom Westwinde verursacht, ausgesetzt sind, und der eine verticale Höhe von 2 bis 2½ Schuh hat. Die jenseitigen Deiche liegen aber unter dem Winde, und es wäre in diesem Betracht nöthig, die rechtseitigen Deiche einen bis zwey Schuh höher als die linkseitigen zu legen. So ist z. B. beym hohen Wasser von 1800 an den neuen Deichen ein sehr harter Wellenschlag gewesen, dem jedoch von den Veranstaltungen gewehrt wurde. b) Liegen die Darmstädtischen Deiche auch längs dem concaven Ufer und sind dem Angriffe des Eisstromes ausgesetzt. c) Ein wesentlicher Fehler bey den Eindeichungen am Rhein besteht nun auch darin: daſs man mit denselben, in frühern Jahrhunderten, solche Wiesen- und Weidebezirke eingeschlossen hat, die vor denselben hätten liegen bleiben mögen: weil sie alsdann vom Rheinschlick gedüngt und erhöhet worden wären, anstatt daſs sie jetzt vom Quellwasser verdorben werden. Solche Bezirke liegen hinter dem Groſsrohrheimer- Biebes- und Leeheimer-Deich T. k. Und um dieselbe allmählig zu verbessern, sollten sie mittelst den vorhandenen und anzulegenden Schleusen (die jetzigen liegen zu hoch) zur Winterszeit bewässert werden, mit dem hohen trüben Herbstwasser. Die niedrigsten Bezirke sollte man mit ein paar kleinen Windmühlen ausmahlen, im Fall der Rhein nicht bis zu einer Tiefe herab fiele, der eine natürliche Auswässerung Statt finden lieſse. Die bestehenden Siele sind auch nicht dichte genug, und lassen eine Menge Wasser, welches aber nicht mit Material geschwängert, sondern klar ist, durch. In gleichem Fall ist das Siel unter dem *Lusthäuserhof*, welches auch noch zu hoch mit seinem Boden liegt, und daher keine zweckmäſsige Auswässerung zuläſst. Alle diese Mängel werden ohne Zweifel mit der Zeit verbessert werden.

§. 44. Die *Rheindeiche* lieſs ich gleichfalls verstärken, und von der Gegend unterhalb Gernsheim (T. k,) an bis ohnweit Ginsheim 2 bis 3 Schuh über den höchsten Wasserstand erhöhen; welche Deiche zuvor 2 bis 4 Schuh darunter gelegen hatten. Zugleich wurden auch die Fluſsbauwerke, welche in der Erfelder-Serpentine auf Tab. 3. angedeutet sind, und einige vor dem Biebesheimer Deiche aufgeführt; und endlich legte ich bey dem Dorfe Stockstadt (T. 3.) zwischen Q und dem Rhein einen Hafen an, den ich nach den Seiten mit einem Damm umschloſs. Darin können jetzt die Rheinschiffe überwintern.

§. 45. Da bey den letzten im Jahr 1805 und 1808 vorgefallenen Hochgewässern des Rheins und Mayns das Groſsherzogthum Hessen von den von mir angelegten und erhöhten Rhein- und Mayndeichen vollkommen geschützt, die jenseitigen Deiche zerrissen und die Uferlande überschwemmt waren, so ist die Zweckmäſsigkeit der von mir ausgeführten Unternehmung hinreichend bewiesen.

VIERTE ABTHEILUNG
DER
WISSENSCHAFT DES WASSERBAUES.

HAFENBAUKUNDE.

ERSTER ABSCHNITT.

THEORETISCHE HAFENBAUKUNDE ODER ERKLÄRUNGEN UND ALLGEMEINE MAXIMEN.

I° Erklärungen.

§. 1. Die *Hafenbaukunde* beschäftigt sich nicht nur mit der Anlage und Unterhaltung der Häfen, sondern auch mit den dieselben bildenden Meerdämmen; mit den die Hafenstrasse formirenden Hafendämmen; so wie mit den Kays, Schiffsdocken, Leuchtthürmen, Schleusen, Brücken, Werkstätten und Magazinen aller Art. Sie umfaſst demnach ein so weites Gebiet, daſs sie von der Schleusenbaukunde, der Brückenbaukunde und von der Civil-Baukunst vieles entlehnen muſs, welches bey ihr, ohne das System, wornach ich die verschiedenen Abtheilungen der Wasserbaukunde bestimmt habe, zu zerstören, nur angezeigt, nicht aber gelehrt werden kann. Anders verhält es sich mit der Lehre von der Anlage der Meer- und Hafendämme, der Kays, Schiffsdocken und Leuchtthürme! Diese ist für den Hafenbau allein geeignet. Indessen kann davon, des Raumes wegen, in diesem Bande nur der *theoretische Theil* vorgetragen werden; der *practische*, worin ich die wichtigsten Anlagen der Art beschreibe, und mit Hülfe genauer Plane anschaulich mache, bleibt gröſsten Theils dem zweyten Bande vorbehalten; darin wird auch die Beschreibung der Häfen fortgesetzt.

§. 2. Unter *Hafen* verstehe ich einen vollkommen sichern *Bergeplatz* für Schiffe aller Art, so daſs sie darin, an die *Kays* (das sind von Mauern angelegte Ufer) oder an von Zimmerwerk gemachte *Uferwände*, mittelst Schiffstauen und Anbindsäulen, während den Seestürmen und den Sturmfluthen, sich anlegen. Ein *Kriegshafen* wird derjenige Hafen genannt, welcher ausgerüstete Linien- oder die gröſsten Kriegsschiffe einnimmt, der also wenigstens eine Tiefe von 25 Schuh haben muſs. Für *Kauffahrer* oder *Kauffarthey-Schiffe* sind die *Commerz-* oder *Kauffarthey-Häfen* bestimmt. Für beyde Arten Schiffe, d. i. für Kriegs- und Kauffarthey-Schiffe, dient ein Ge-

ter-Hafen. Liegt ein Hafen am Meer, so heifst er im allgemeinen ein *Seehafen;* ein in einem Flusse liegender Hafen wird hingegen *Flufshafen* genannt.

§. 3. Die *Rhede* nenne ich einen solchen *Bergeplatz*, in welchem die Schiffe — gegen die Seestürme und Grundwogen geschützt — vor Anker liegen, und worin die Schiffe, selbst während den heftigsten Seestürmen, einlaufen; also zur Zeit, wenn sie den Hafen nicht erreichen können.

§. 4. Der *Hafen* unterscheidet sich auch von der *Hafenstrasse* und den *Bassins.* Die Hafenstrasse ist nähmlich ein von der See oder vom Flufs bis zum Hafen führender Canal oder eine *Fahrstrasse.* Diejenigen Dämme, welche dieselbe bilden, und sowohl zum Schutz des Hafens gegen die in die Hafenstrasse einrollenden Wellen als zur Vertiefung des Hafens und der Hafenstrasse dienen, heifsen *Hafendämme* (jettées hol. Havenhoofdens). Sie werden auch *Einfahrtsdämme* genannt. Zuweilen formiren sie den Hafen selbst: als z. B. bey Helvoet und Brielle T. 63.

Die Hafendämme sind insbesondere daselbst nöthig, wo der Hafen von dem Hauptfahrwasser, oder von der See, entfent ist; wo, zwischen der Grenzlinie des niedrigen Meers und dem Hafen, ein seichter Strand liegt. Ueber diesen hinaus müssen sie also gehen, damit die Schiffe in der Hafenstrasse, ein hinreichend tiefes Fahrwasser finden.

Längs der französischen Küste am Ocean und Canal, haben fast alle Häfen solche Hafenstrassen, also auch Hafendämme, nöthig, wie zu Bayonne, Cherbourg, Havre, Dieppe, Treport, Boulogne, Calais, Ostende, Dunkirchen u. a. m. An der englischen Küste des Canals, wo eine hinreichende Tiefe statt findet; am mittelländischen Meer und an solchen Meeren, die, wie dieses, keine anmerkenswerthe Fluth haben, während welcher die Schiffe in die seichten Hafenstrassen einlaufen können, sind dergleichen parallel gehende Hafendämme entbehrlich; es sey denn, dafs man zwischen denselben einen Flufs leiten könnte, der zur Erhaltung der Tiefe beyträgt, wie z. B. bey Riga, Colberg, Memel und Bayonne. Die Häfen müssen daher, bey demjenigen Local, wo sie ohne Hafenstrassen bestehen, unmittelbar an dem tiefen Fahrwasser, d. i. am Meere selbst liegen. Diejenigen Dämme, welche alsdann den vordern Theil des Hafens, den sie gegen Seestürme und hohe Wellen beschützen, bilden, heifsen: *Moolen*, *Hafenhöfter* und *Hafenwände*, wie z. der isolirte Mool vor Civitavecchia T. 63. oder wie die vom Ufer ins Meer gehende Höfter von Livorno, Triest (T. 68.), Gibraltar (T. 62.), Genua, Ancona und Cronstadt (T. 68.). Daher mögen denn auch diejenigen Werke, welche die Häfen unmittelbar formiren, *Hafenwände*; solche aber, die vor Häfen liegen, *Meerdämme* oder Moolen, genannt werden. Die Meerdämme legt man auch an: zum Schutz der Rheden, wie z. B. der Meerdamm von Cherbourg (T. 58.), oder wie der angefangene Meerdamm vor Granville (T. 62.). Solche Häfen- und Meerdämme, oder auch die Hafenwände, werden aufgeführt a) von Steinen aller Art: als ordentliche Mauern, wie der Meerdamm von Genua, oder wie

die Hafenwände von Havre. Sie heissen dann massive Häfen -, oder Meerdämme. So heifsen sie aber auch, wenn sie b) an der Basis, oder bis zum niedrigen Meer, von Steinen aufgesshüttet, und oben gemauert sind, wie die Hafenwände von *Toulon*, die Hafendämme von *Cette* und der Moole am *Cap der guten Hofnung*. c) Andere Dämme sind zum Theil in Kästen aufgemauert, wie der Damm von Nizza Tab. 66. Noch andere bestehen aus eingeworfenen Steinen und Mörtel vermischt. Doch ich würde mich Wiederhohlungen schuldig machen müssen, wenn ich hier schon alle Constructionen, nach welchen Hafendämme aufgeführt worden sind, auch nur im Allgemeinen bemerken wollte. Schliefst man einen Flufshafen vom Strome ab, so heifst der zu diesem Zweck angelegte Damm ein *Abschlufs* - oder *Sicherungsdamm*.

§. 5. Unter *Bassin* verstehe ich nicht eine *Schiffsdocke* (Forme), worin die Schiffe im trocknen erbauet, und ausgebessert werden, sondern einen von dem Hafen mittelst *Schleusen* abgeschlossenen Wasserbezirk (Bassins), in welchem das Wasser *von der Schleuse* höher, als in dem Hafen und der Hafenstrasse, ja bis zur Fluthhöhe, während der Ebbe, gehalten wird. Man kann diesen Wasserbezirk auch den *Innern-Hafen*, den äufsern Hafen aber den *Vorhafen* nennen.

In dem Bassin liegen also die tiefgehenden Schiffe flott, wenn die in dem Hafen liegenden, während der Ebbe, auf den Hafengrund aufsitzen; ein Fall, der fast in allen, am Weltmeer und in denen am Canal gelegenen Häfen, die Bassins haben, — eintritt. Solcher Bassins liegen unter andern in London auf der Isle of dogs zwey, am rechtseitigen Ufer der Themse eins, und fünf andere will die Westindische Compagnie, nicht weit vom Tower, anlegen lassen; ferner liegen vor Liverpool fünf Bassins, die mit Thoren verschlossen werden, und drey, die bey der Ebbe trocken laufen, jene nennen die Engländer West-Docks, und diese Dry-Docks, oder Dry-Bassins. In Frankreich liegen viele dergleichen Bassins, als in Havre drey, in Dunkirchen eines, in Cherbourg eines und mehrere in andern Häfen, aber in Holland trift man deren eine noch gröfsere Anzahl, wie die Beschreibung der Häfen zeigt. Liegen daran die Schiffswerfte, und werden darauf die Schiffe vollkommen ausgebauet, so nennen sie die Holländer Dokken.

§. 6. Der Hafenbau beschäftigt sich nicht nur mit der Anlage des eigentlichen Hafens, der Hafenstrasse, und den Bassins, sondern auch mit allen den Gebäuden, Bauwerken und Maschinen, die zur Sicherheit und Bequemlichkeit der Schifffahrt, der Marine und des Handels beytragen. Die Gebäude, Magazine und Werkstätte, deren ein gut eingerichteter Kriegshafen bedarf, sind folgende: 1) Ein *Seearsenal*, welches das Geschütz und die Waffenvorräthe aller Art enthält. 2) Eine *Stückgiesserey*, 3) *Waffenschmiede*, 4) Magazine für Munition und Vorräthe, 5) Ein *Park* für die Canonen und Bombenkessel, ein anderer für eiserne Kugeln u. s. w.; 6) ein *General-magazin* (Magazin de la garniture) mufs die Materialien und Seegel zur Ausrüstung der Schiffe enthalten; darin wird z. B. die *Taxellage* eines jeglichen Schiffes für sich

aufbewahrt. 7) *Keller* für die Getränke, Oehl und Mundbedürfnisse. 8) *Magazine* für Korn, Mehl, Hülsenfrüchte u. s. w. 9) Eine *Seilspinnerey*, die 900 bis 1200 Fuſs lang seyn muſs, und die bedeckt seyn sollte, wie diejenigen zu Caracca, Toulon und Rochefort. Sie sollte, wenn es seyn kann, perpendiculär auf die Richtung der Kays, des Bassins oder Hafens stehen, um nicht zuviel Raum vom Hafenbezirk einzunehmen. Zu einem Hafen gehören 10) *Seegeltuch-Fabriken*, 11) *Böttchereyen*, 12) *Block-* oder *Scheibenmachereyen* (Pouliere), in denen man die Scheiben, Rollen, Flaschenzüge, Maschinen zum Auspumpen des Wassers und andere Werkzeuge verfertigt. Sie sollten in der Nähe des General-Magazins stehen, weil die Seegel mit Blöcken oder Flaschenzügen zu versehen sind. 13) *Bauholzschoppen* und Magazine zur Aufbewahrung des Bauholzes gegen die Sonnenhitze und den Regen. In den Holzschoppen sollte das Bauholz nach seiner Gattung und dem Gebrauche separirt liegen. Der Vorrath davon sey groſs, denn zu einem Kriegsschiffe von 110 Kanonen werden 110000 Cubikschuh erfodert, und kaum kann es 30 bis 45 Jahre, wenn die Ausbesserungen gehörig geschehen, die See halten; ja in den Meeren, deren Wasser nicht sehr salzig ist, kann ein Schiff nicht länger als 18 bis 24 Jahre gebraucht werden. (Ein Schiff von 74 Kanonen wiegt 5⅓ Millionen Pfunde). Es sind daher die Seehäfen am Ocean und Canal den Fluſshäfen und den Häfen an der Ostsee vorzuziehen.

Solche Schoppen, in denen auch gezimmert wird, sollten ihr Licht von oben empfangen, damit sie nicht dunkel sind, und die Werkleute sich nicht bey Tage der Lampen bedienen müssen, wie in denen zu Venedig. 14) Der *Zimmerplätze* (chantiers de construction) gebe es dreyerley: a) Für Kriegsschiffe. b) Für Schaluppen, die auch unter Schoppen stehen müssen. c) Für die Werkzeuge und Maschinen, welche zur Unterhaltung des Hafens dienen. Auf diesen Zimmerplätzen mögen ein oder ein paar Schoppen, unter denen die Bauhölzer und fertigen Baustücke, als Schleusenthore, Drehbrücken u. dgl., zwischen *Zwingen* und *Keile* gepreſst liegen, und alsdann getheert und angestrichen werden, stehen. Daran sollten auch die *Werkhäuser*, für Schreiner und Anstreicher liegen. 15) Ein *Werkplatz*, worauf die Masten gezimmert und verbunden werden (l'Attelier de la mature) Er muſs wenigstens 400 Schuh lang seyn, um darauf drey Masten zugleich zimmern zu können. Auf ihm sollten gleichfalls Bauschoppen, mit Seegeltuch überzogenen Bohlendächern gedeckt, stehen. In dieses Werkplatzes Nähe sey ein *Wasserbehälter*, in welchem die Masten, durch hölzerne Mastenzwinger, unter Wasser gehalten werden. Solche Holz- oder *Mastenzwinger* hat Belidor in seinem 2ten Thl. §. 910. beschrieben. Es ist bekannt, daſs man das Bauholz nicht der freyen Luft aussetzen darf, wenn es nicht reiſsen soll. Aber in den Häfen, wo der Pfahlwurm ist, darf man es auch nicht unter Wasser legen. Auch hält es sich nur im Seewasser gut. Zum Besten ist es, dasselbe in trockenem Sande aufzubewahren, und solche Sandwälle, in denen das Holz liegt, können mit Erdrasen bedeckt seyn, damit der Wind den Sand nicht fortweht, welches die Holländer insbe-

sondere mit ihren Masten thun. Gewöhnlich bedeckt man indessen die Enden der Bauhölzer mit Lehm, damit sie nicht reissen. Zum Auf - und Niederwinden der Masten endige sich der Werkplatz, nach dem Wasser zu, mit einer schrägen *Balkenfläche* (Helling). 16) In der Nähe der Zimmer - und Werkplätze müssen auch die Kielplätze (cales), worauf die Schiffe gekiehlholt und ausgebessert werden, liegen. Ferner sollten sich da die Schiffswerfte befinden. 17) Die eigentlichen *Schiffsdocken* T. 64., in denen die Schiffe im Trockenen vollständig aufgebauet werden, sind ein wesentlicher Theil eines guten Hafens: in dieser Hinsicht werde ich Ihnen einen eigenen Abschnitt widmen und darin zugleich die Schiffswerfte erklären. Der *Gebäude* eines grofsen Kriegshafens giebt es nun noch mancherley: als die *Wohnungen* für die Directeure oder Inspecteure des Hafens, für die Ingenieur - und Marine - Offiziers; Hospitäler und Schulen, a) für die Seecadetten, b) für die Matrosen, c) für das Militär; ferner eine Bibliothek und Modellsammlung, eine Kirche, ein Observatorium, und eine Apotheke, Bäder, Brunen, Cisternen, Casernen; ein Gebäude für die Gefangenen und Galeeren-Sclaven, welches die nöthige Sicherheit gewährt, aber auch nicht zu enge, sondern luftige Behältnisse einschliessen mufs; *Magazine* für Feuerlösch - Instrumente und Prahmspritzen, die auf die Bassins oder auf den Canälen liegen sollten; *Sägemaschinen* oder besser Sägemühlen; *Kornmühlen*, *Bohrmaschinen*, *Wetterableiter* an den wesentlichsten Magazinen und Gebäuden. Entfernt vom Hafen mögen stehen, die *Pulvermagazine*, die Ankerschmiede, welche einen bequemen Raum einnehmen, und wo möglich von der Dampfmaschine getrieben werden sollten, um desto compacter zu schmieden; ferner *Schlosserschmiede*, das *Kochflott* (Pigouliere), wo der Theer, das Pech und das Oel gesotten wird; endlich *Ziegelleyen* und *Kalkbrennereyen*.

§. 7. Zu den Bauwerken, die zur Sicherheit und Bequemlichkeit der Häfen dienen, und für den Hafenbau geeignet sind, zähle ich nun noch a) die *Leuchtthürme* (Phares) und die beweglichen *Leuchtsignale*, b) die *Meerdämme*, *Hafendämme* und *Kays*. c) Die *Schleusen* (écluses) a.) um damit das Meerwasser abzuhalten, das sind *Schützschleusen*, b) Schleusen, mittelst welchen das Wasser in den Bassins zu der Fluthhöhe erhalten werden kann, d. s. *Stauschleusen*, c) Schleusen, mittelst welchen das Wasser während das Meer fällt in dem Spühlbusen oder Bassin zurückzuhalten, und bey der Ebbe ausgelassen wird, damit der Spühlstrom, oder das durch die Schleuse strömende Wasser den Hafen, die Hafenstrasse, oder auch zugleich die untern Bassins reinige: solche Schleusen, heissen *Spühlschleusen*; ja, es giebt Spühlschleusen, die auch zugleich als Kammerschleusen dienen, z. B. die Schleusen bey Schiedam und Gouda. Zu den Maschinen, die beym Hafenbau vorkommen, zähle ich ferner folgende als a) Baggermaschinen d. s. Austiefungs-Maschinen. b) Krahnen oder Hebmaschinen, c) Rammmaschinen, d) Maschinen um Pfähle auszuziehen. e) Maschinen um Pfähle unter Wasser abzusägen. f) Schöpfmaschinen. g) Maschinen zur Transportation der Materialien, der grofsen Bau - und Werkstücke, und endlich Maschinen

zur Ebennung des Grundes. Was nun die Aufführung mancher der genannten Gebäude anbetrifft, so gehört sie nicht directe zu meinem Zweck, und man kann sich darüber in den Werken der Baukunst Raths erholen. Kennt indessen der Ingenieur ihre Einrichtung und Bestimmung; hat er die Architectur zu seinem Studium gemacht, wie er sie denn dazu machen sollte; weiſs er Schleusen - und Hafendämme, Schiffsdocken und Brücken zu bauen; so wird er auch alle diese Gebäude zweckmäſsig aufführen können, wenn er sich einem reinen Geschmack erworben hat.

II. *Grundsätze und Maximen des Hafenbaues.*

§. 8. Obgleich ein *vollkommener* Seehafen leider nur ein Ideal ist, dem sich der Ingenieur soviel, als möglich, nähern muſs, und das, wie wir aus der Beschreibung der Seehäfen sehen werden, nirgends angetroffen wird: so muſs doch die Hafenbaukunde, die Eigenschaften eines vollkommenen See - Hafens aufstellen. In der That werden auch diese Grundsätze von der jedesmaligen Localbeschaffenheit modificirt, und dabey manche Vorsichtsmaaſsregeln vorkommen, der man sich bey der Ausübung, soviel als möglich, nähern muſs, und welche zur Ansicht des Lesers zu bringen sind. Alles dasjenige, was ich also hier, als solche Maaſsregeln, auf denen der angehende Hafenbaumeister zu achten haben wird, aufstelle, ist mir aus der örtlichen Bekanntschaft mit den Häfen Frankreichs und Hollands entstanden. Gerade diese Länder sind es auch, die viele von der Kunst angelegte — zum Theil musterhafte — Häfen besitzen. England hat nur zwey, mit Hülfe der Hafenbaukunde angelegte Seehäfen, nämlich Ramsgate und Liverpool, und in diesen sind auch Bassins und Schiffsdocken ausgegraben; der letztere ist verbessert, jener aber ist bloſs ein Werk der Kunst. Coppenhagen, Cronstadt und Caracca bey Cadix, können wir gleichfalls als künstliche Häfen betrachten, vorzüglich die erstern. In Italien sind Civita - Vecchia, Livorno und Venedig von der Kunst angelegte Häfen. Das sind also nur wenige künsliche Häfen gegen die Anzahl derer, die in Frankreich und Holland angelegt sind, und die wir in der Folge näher kennen lernen. Der Ingenieur, welcher demnach, wie ich, die vorzüglichsten Häfen dieser beyden Länder gesehen hat, mit den genauesten Planen in der Hand, und mit der Geschichte ihrer Erbauung bekannt ist, der wird sich eine nicht unbedeutende Kenntniſs vom Hafenbau erwerben. Nach dieser Bemerkung komme ich zu den Grundsätzen selbst.

§. 9. Ein guter Hafen muſs so wie seine Bassins, zur *Aufnahme einer beträchtlichen Kauffarthey - und Kriegsflotte* a) *geräumig;* b) *tief genug;* auch c) *gegen ein feindliches Bombardement*, welches von einer Flotte aus geschehen könnte, vollkommen *gesichert seyn.* ad a) Was den Raum, den die Häfen und Bassins haben sollten, betrifft, so bemerke ich folgendes: Insofern der wesentlichste Zweck eines Hafens darin besteht, daſs er den Schiffen eine vollkommene Sicherheit gewährt und dessen Wasserfläche nicht von den Wogen heftig bewegt wird, damit die Schiffe nicht gegeneinander geworfen werden; so ist es zweckmäſsig, ihm seine gröſste Ausdehnung seit-

wärts der Hafenstrasse zu geben, damit die Wellen nicht in ihn hineinrollen. Ein Beyspiel von einer guten Anlage giebt uns also der Hafen von Havre (Tab. 59. le Port). Weil die Wellen sich desto höher erheben, je breiter die reguläre Wasserfläche ist, die der Wind trift; auch der Verkehr am Hafen erleichtert wird, wenn die Schiffe an dessen Wänden oder Kays anlegen können: *so müssen die Innern - Häfen, Gragten und Bassins, so lang und schmal, als thunlich ist, seyn.* Für einen Kriegshafen wollen wir, als ein Beyspiel, die Breite des Bassins zu bestimmen suchen. Sollen sich Kriegsschiffe neben einander, oder längs einem Kay legen: so erfordert jedes Schiff eine Breite von 56 Fuſs. Wenn längs den zwey gegenüberstehenden Kays an jedem eine Reihe Schiffe liegt; so muſs zwischen diesen zwo Reihen für die Länge eines Kriegsschiffes 280 Fuſs mit dem Bugsprit, Raum seyn, damit die Schiffe sich drehen können; folglich müſste die Breite, eines für Kriegsschiffe bestimmten guten Hafens oder Bassins seyn 392 F. = 2 . 56 + 280. Als Beyspiele will ich nun noch die Breite einiger Bassins und Innern - Häfen angeben: so ist der gröſste Marine - Hafen zu Venedig 292½ Fuſs breit; das Bassin d'Ingouville zu Havre hat eine Breite von 300 Fuſs; die Hafenbreite zu Brest beträgt 448 Fuſs. Zu Rochefort hat der Hafen eine Breite von 400 Fuſs. Das Bassin von Dünkirchen ist 300 Fuſs breit. Die Bassins von Ostende haben eine mittlere Breite von 290 Fuſs. Der Kriegshafen zu Coppenhagen ist 990 Fuſs breit. Die vier Bassins auf der Isle of dogs bey London sind jedes 2600 Fuſs lang; das gröſste ist 510 Fuſs breit, das kleinere 400 Fuſs. So verschieden ist also die Breite der Häfen und Bassins. Sind sie zu Kauffartheyschiffen bestimmt, so erfordern sie nur eine Breite von 300 Fuſs; liegen aber an dem einen Kay groſse Schiffe und an dem gegenüberstehenden kleine, so kann die Breite des Hafens und der Bassins für Kriegsschiffe auch bis zu 300 Fuſs verringert werden. Tritt dieser Fall bey einem Kauffahrtheyhafen ein, so mag man sich mit einer Breite von 250 Fuſs begnügen. Rechnet man zwischen zwey Schiffen eine halbe Schiffslänge Raum, so kann also, nach der Anzahl der Schiffe, füglich bestimmt werden, wie groſs der Hafen und das Bassin seyn muſs. Für ein Kauffartheyschiff werden im Durchschnitt 440 Quadratfuſs angenommen. In keinem von allen Häfen, die ich kenne, ist die Distribution so zweckmäſsig, als in dem Hafen von Havre, und ich verweise deſswegen nicht nur auf die neun und fünfzigste Kupfertafel, sondern auch auf die Beschreibung des Locals die in dem folgenden Bande vorkömmt. Wenn mehrere Bassins hinter einander gelegt werden, so gräbt man die untern tiefer, als die obern, um in diesen die kleinen, und in jenen die groſsen Schiffe zu legen. Das hintere oder obere Bassin dient auch wohl zur Erbauung der Schiffe, und es werden alsdann Schiffswerfte und Docken an demselben angelegt: so sind z. B. die drey Bassins in Ostende (Tab. 63.) sehr gut placirt. Am mittelländischen Meer, oder an allen Meeren, die nicht eine merkliche Ebbe und Fluth haben, bedarf es der Bassins nicht; da legt man also die Häfen groſs an, und faſst sie mit Hafenwänden ein, oder beschützt sie mit Meerdämmen. An jenen legen sich

dann die Schiffe an, wie z. B. in den Häfen von Toulon, Cronstadt und Coppenhagen. ad b) Die Tiefe des Hafens richtet sich nach den Schiffen, die den Hafen frequentiren. Ist derselbe ein *Kriegs* - oder *Gemischterhafen*, so mufs er eine Tiefe von 25 Fufs haben, denn so tief gehen die ausgerüsteten Kriegsschiffe. Ist es ein Fluthhafen, so dürfen die Bassins diese Tiefe nur erhalten, und der Hafen bey ordinär Hoch - Wasser. Die Kauffahrtheyhäfen müssen wenigstens 16 F. tief seyn. Wird ein Gemischterhafen angelegt, so ist es zweckmäfsig, den Hafen und die Bassins für Kriegsschiffe von dem Hafen und den Bassins für Kauffahrtheyschiffe abzusondern. So ist z. B. zu Toulon, Tab. 60., la vielle - Darse insbesondere für das Commerz und la neuve - Darse für die Marine bestimmt; so hielten es auch die Chartagenienser, Athener und Rhodier mit ihren Gemischten - Häfen, und Venedig hatte in seinem Arsenal - Bezirk drey Häfen, welche leider jetzt für grofse Kriegsschiffe nicht tief genug sind. ad c) Die Sicherheit der Häfen gegen feindliche Angriffe betreffend, so wird ein solcher Hafen, dem eine geräumige Rhede fehlt, nach der See zu, nicht hinlänglich mit Küstenforts und Batterien vertheidigt. Kann er von den Schaluppen und Kriegsschiffen des Feindes ungehindert beschossen werden; so ist das ganze Etablissement zwecklos; und die Schiffe, so die Magazine sind bald vom Feinde zerstört. Die auf der Rhede stationirten Schiffe; die Küstenforts und Batterien; die Forts im Innern des Landes, müssen sonach durchaus den Feind über die Bombenweite hinaus von dem Hafen - Etablissement abhalten. Daher ist die Befestigung einer Hafenstadt, wenn sie nicht auf einer Insel liegt, wie Malta und Cronstadt, oder mehr Festung als Hafen ist, als Gibraltar, bey dem Local, wo die nahen Anhöhen die Beschiefsung derselben erleichtern, nicht zweckmäfsig, Wenn Cherbourg und Toulon noch so stark befestigt würden, und es unterlassen wird, die nahen Anhöhen mit Forts zu versehen, wozu könnte das dienen? Die befsten Häfen, Toulon, Portsmouth, Plymouth, Jarmouth, sind auch an und für sich selbst nur schwach fortifizirt, aber die Küstenforts sind zweckmäfsig angelegt. Es ist in der That ein Räthsel, warum man so oft die einfachsten Maafsregeln nicht in Anwendung gebracht sieht; ein Beyspiel giebt uns das Etablissement des Hafens am Texel in der Nähe des Dorfes Helder (Tab. 47). Das batavische Gouvernement konnte hier (1799) eines Angriffs der Engländer gewifs seyn, dennoch begnügte es sich mit einigen unbedeutenden Küstenbatterien; legte solche Forts nicht an, die zwischen Zand und Keckduinen auf den Dünen etablirt werden mufsten, Tab. 43. und 45., um nicht nur die Landung, sondern auch das Einlaufen einer feindlichen Flotte, und das vorrücken des Feindes, nach dem Nieuwen - Diep, zu verhindern. Es war nicht schwer dieses Losal zum Landungspunct der Engländer zu bestimmen, und ich hatte darüber meine Gedanken, ehe die Landung geschah, in einem öffentlichen Blatte, und in der ersten Auflage 2ten Bds. S. 424. gesagt; auch zu zeigen gesucht, wie wenig damals dieses für Holland wichtige Local, einer Vertheidigung fähig sey. Doch ich verweise den Leser,

was die Anlage der Küstenforts anbetrifft, auf das Werk von Montalembert: Fortification perpendiculair.

Bey manchem Local ist auch die Beschränkung des Fahrwassers durch Kunstmittel ein Hindernifs für das Einlaufen fremder Flotten. Man legt nähmlich Pontons; eine Reihe gekuppelte Masten an eisernen Ketten und Ankern befestigt, einige Schuh tief unter der Oberfläche des Wassers, und sperrt auf diese Weise enge Einfahrten. Warum sich die Franzosen auf der Rhede von Abukir dieser vortrefflichen und einfachen Maafsregel, um eines Theils den Engländern den Eingang zu erschweren, oder andern Theils das Ueberflügeln der Flotte zu verhindern, nicht bedient haben, ist wirklich unerklärbar; denn dazu hätten sie ja, im Fall der Noth, die Transportschiffe gebrauchen können. Befindet sich aber der Admiral einer Flotte zugleich in dem Fall, worin sich der Admiral Story im Texel befand, dafs er sich weder auf die Officiere, noch auf die Matrosen und Soldaten verlassen kann, dann hat er doppelte Ursache, die Wasserstrassen mit Pontons, Balkenflossen und Blockschiffen, die letztern können zu Batterien dienen, zu verschliefsen; ja! das hätte sich im Landsdiep und Schulpengat, wie es mir scheint, gut thun lassen T. 45. und 47. aber das wird im Sund schwerlich anwendbar seyn, wie mir das Local beschrieben ist.

§. 10. *Der Hafenbezirk sollte von einigen Bassins und Gragten oder Canälen abgetheilt seyn!* Diese Absicht kann daselbst erreicht werden, wo man mehrere und kleine Bassins anlegt, die den Hafenbezirk in kleine Inseln und Canäle oder Gragten theilen. In solchen Canälen können die Schiffe, die Chalouppen, Holzflösse, Masten und Schiffszimmerwerfte, ihre eigne Plätze haben. Keine Nation hat diese Distribution besser verstanden als die Holländer. Alle ihre See- und Flufshäfen haben eine Menge Abtheilungen und Canäle, die der Leser auf denen von diesen Häfen gelieferten Grundrissen und in den Kupfern T. 40. bis 46. übersehen kann; ferner wird die Communication unter den verschiedenen Kays und Magazinen mittelst der Dreh- oder Aufziehbrücken bewerkstelligt. So liegen z. B. die Werfte und Magazine der ostindischen Compagnie in Amsterdam T. 52. und die Magazine der Marine in Enkhuysen T. 63. sehr gut. Coppenhagen hat gleichfalls ein musterhaftes Local, an die Canäle und auf den Inseln, sind die Magazine sehr gut situirt. Auch in Frankreich ist diese Maafsregel in einigen Häfen befolgt; so werden z. B. die drey Bassins und der Hafen zu Havre grofse Vortheile beym Verkehr gewehren. Auch ist die Distribution des Zimmer- und Holzplatzes zu l'Orient T. 62. und des Hafenbezirks von Toulon musterhaft, weil auf den Hafendämmen T. 60 die leichten Magazine stehen, und auf der Insel de la mature, dasjenige, was zum Bau der Schiffe nöthig ist; auch in den Schoppen auf den Hafenwänden kann das Bauholz, nicht weit von der Schiffsdocke, aufbewahrt werden (man sehe die Beschreibungen der Häfen von Toulon und Havre).

Alle Canäle, Bassins und die Häfen, müssen der Fluth einen freyen Durchflufs lassen, wenn die Schleusen offen stehen und der Hafen gespühlt werden soll. Es dürfen also

nicht vortretende Höfter in dem Hafen oder den Bassins liegen, welche Widerströme erzeugen und den Schlamm anhäufen. Die Wände der Häfen und Bassins müssen daher keine hervortretende Ecken haben. Man muſs die Canäle und Bassins dergestalt situiren, daſs ein Bassin und ein Canal durch das Wasser eines andern oder mehreren gespühlt werde; daſs aus dem zuspühlenden Bassin die Schiffe in ein anderes, mit der Schleuse verschlossenes Bassin eingelegt werden können. Die mehrsten Häfen, welche Spühlschleusen haben, können jetzt nur äusserst selten gespühlt werden, weil das Verkehr im Hafen und die darin liegenden Schiffe den starken oder schnellen Spühlstrom nicht vertragen, und deſswegen sind mehrere Bassins bey Häfen, die von Kiesel oder Schlamm verstopft sind, sehr nützlich.

Kleine Flüsse, Cloacken oder Entwässerungsgräben sollten weder in Seehäfen noch Bassins geleitet werden; denn im Fall die Flüsse selbst eine hinreichende Tiefe haben, so füllen sie den Hafen mit Sand, Schlamm und Unrath aller Art; auch entsteht ein Bodensatz aus der Mischung des süssen Fluſswassers mit dem salzigen Meerwasser. Deſswegen ist es nicht zweckmäſsig, den Fluſs Lezarde in den Hafen von Havre einzuleiten; um dieser Ursache willen hat auch Vauban zwey kleine Flüsse von dem Hafen von Toulon abgesondert. Ja die Fluſsmündungen können Seehäfen versanden, welche noch von ihnen entfernt liegen; ein Beyspiel davon giebt uns Belidor 2. Th. §. 707. an dem Hafen Bouc, zwischen Marseille und der Rhonemündung gelegen. Die Leitung der Flüsse in die Nähe der Häfen mag daher wohl mit Vorsicht und in Beziehung auf die Häfen selbst bewerkstelligt werden; so ist z. B. die Rhone eine wesentliche Ursache des flachen Strandes, des niedrigen Küstenlandes, und der groſsen Sumpfbezirke in der Nähe ihrer Mündung.

§. 11. Die Situation der zu einem Hafen erforderlichen Magazine und Gebäude muſs dergestalt beschaffen seyn, so daſs weder das eine Gebäude dem andern hinderlich ist, noch die Gebäude zu entfernt von dem Hafen und den Bassins stehen. Jedes Magazin liege in der Nähe solcher Werkplätze und Magazine, mit denen es in Hinsicht der Beschleunigung der Arbeiten und der Ausrüstung einer Flotte, in Beziehung ist. So sollten z. B. diejenigen Magazine, welche solche Geräthschaften oder Schiffsutensilien fassen, die zusammengesetzt gröſsere Theile ausmachen müssen, nahe beysammen stehen. Ohngeachtet dieser Forderung müssen die Magazine und Gebäude aller Art, wegen des Raums zum Verkehr und der Gefahr beym Ausbruch eines Brandes isolirt liegen. Es sollte auch für einen guten Luftzug gesorgt werden, insbesondere in der Nähe der Docken, und Holzmagazine, damit das Holz nicht faule.

§. 12. In des Hafens *Nähe* sollte eine, einen sichern Ankergrund habende, gegen die Grundwogen und ein feindliches Bombardement gesicherte *Rhede* oder *groſse Bassins*, in denen eine Flotte beherbergt werden könnte, und worauf die Schiffe stationiren, angetroffen werden. Diejenigen Häfen, welche solche Rheden und Bassins aufweisen, sind demnach, unter sonst gleichen Umständen, denen weit vorzuziehen,

die solche Rheden und solche grofse Bassins entbehren. Aus dem Alterthum ist mir kein merkwürdiger Kriegshafen bekannt, dem eine solche Rhede fehlte. Unter den neuern Häfen zeichnen sich in diesem Betracht die Häfen von Brest, Toulon, Neapel, Malta, Cherbourg, Cadix, Coppenhagen, Cronstadt, das Nieuwe-Diep, Vlissingen, Helvoet, Medenblick, Enkhuysen; und alle englischen Häfen aus: Dünkirchen, Ostende, Calais, Havre, Ramsgate, Dieppe u. m. Häfen, werden aber nie zu recht bedeutenden Kriegshäfen gemacht werden können, wenn gleich mit Millionen Geldes die Tiefe hervorgebracht würde, es sey dann, dafs man grofse Bassins in das Land hinein, und weit genug entfernt vom Fahrwasser des Meers anlegte, damit die darin liegenden Schiffe, von der feindlichen Flotte, nicht beschossen werden könnten.

§. 13. Die Häfen und Rheden müssen so situirt seyn, und durch Meerdämme verbessert werden, dafs die Schiffe darin bey Seestürmen einlaufen, und bey verschiedenen Windstrichen auslaufen können, ohne daselbst, wo der Fluthstrom statt findet, das Schlepptau zu gebrauchen, und das Bugsiren anzuwenden. Sie sollten einen haltbaren Ankergrund haben, der aus Lehm, Thon, Kreide, Sand und Schlick vermischt, bestehen mag, und der noch besser ist; wenn er sich meerwärts erhebt, besonders bey Rheden. Diese letztern sind vortrefflich, wenn die Umgebungen oder das feste Land aus Bergen bestehen, und sich in das Meer hinein erstrecken, folglich von der Wasserfläche die herrschenden Seewinde abhalten, und die Entstehung der Grundwogen verhindern. Solche Rheden sind die von Brest, Portsmouth und Cadix. Wo aber die Oeffnung einer Rhede zu grofs ist, so dafs der Eingang feindlicher Schiffe selbst mit Hülfe auf dem festen Lande angelegter Forts, nicht verhindert werden kann, und dafs darin die Wogen des Meeres frey einlaufen, wie z. B. die Rhede von Cherbourg, Genua und von la Hougue, da müssen Seedämme angelegt werden. Auf der Rhede müssen die Wellen nicht so hoch gehen, dafs die vermittelst Chaloupen zwischen den darauf stationirten Schiffen zu bewirkende Communication unterbrochen werde.

§. 14. Ist nun ein Hafen, in Hinsicht der Rheden und des Fahrwassers, der Innern-Distribution, Tiefe, Gröfse und der Vertheidigungsanstalten, eben so zweckmässig, wie ein anderer, so verdient doch derjenige den Vorzug, welcher in der Nähe eines weit in das Land gehenden Flusses, an einem Flusse selbst, oder auch an einen Canal, auf welchem die Bedürfnisse zum Schiffbau leicht herbeygeschafft werden können, als wodurch auch der Innere-Handel des Landes und die Agricultur wesentliche Vortheile geniefsen kann, liegt. Also ist die Ziehung der Canäle nach Seehäfen, ein wichtiger Gegenstand für eine kluge Regierung, und die Häfen von England und Hollang bieten in diesem Betracht grofse Vortheile dar. Die holländischen Häfen waren in dieser Hinsicht, vor hundert Jahren noch besser situirt als jetzt, denn die Maasmündung ist für Seeschiffe zu seichte geworden.

§. 15. Die Mündung oder Oeffnung des Hafens oder der Hafenstrafse stehe niemahls dem herrschenden Seewinde und dem Fluthstrome entgegen, damit das auslau-

fen der Schiffe nicht gehindert, der vordere Theil der Hafenwände weder von den Wellen noch vom Flutshrome unterwaschen werde, und damit durch diese der Seesand und die Strandkiesel nicht in die Hafenstrasse noch in den Hafen selbst hinein geworfen werde. Die Mündung der Hafenstrasse darf weder zu weit noch zu enge seyn. Nicht zu weit, damit die breiten Wellen in sie nicht aufrollen, und der Spühlstrom den beſsten Effect leiste, das ist, mit der möglichsten Geschwindigkeit oder Kraft ausströme. Zu enge darf sie nicht seyn, weil die Schiffe bey hartem Winde hinein segeln sollen.

Folgende Häfen haben zur Weite ihrer Mündung, bey ordinair hohem Wasser, in französischen Schuhen, nach einer Messung, die ich theils auf dem Local, theils auf den genau gezeichneten Carten, verrichtet habe

Boulogne sur mer -	360	Dieppe - - -	121	Ramgaste - - -	187
Brest - - - -	300	Delfshaven - - -	132	Rochelle - - -	150
Brielle - - -	108	Enkhuysen - - -	70	Rotterdam - - -	100
Calais - - - -	360	Gravelins - - -	230	Rotterdam die mittlere -	96
Cherbourg, die neue	120	Helvoetsluis - -	180	Sables d'olonnes - -	270
Cette - - - -	120	Havre - - - -	210	St. Valery - - -	80
Coppenhagen - -	75	Hoorn - - -	115	Schiedam - - -	96
Cronstadt, einige Pässe	100 bis 120	Middelburg - -	360	Trèport - - -	150
		Marseille - - -	250	Zara - - - -	150
Darse-vielle } zu Toulon	100	Medenblick - - -	115	Zirkersee - - -	96
Darse-neuve } zu Toulon	80	Nieuve-Diep am Texel -	132		
Dünkirchen - - -	182	Ostende - - -	480		

Vergleichen wir also die Weiten dieser Häfen mit der Beschaffenheit der Häfen selbst, so ergiebt sich folgende Bestimmung der Weite oder Gröſse der auf die Hafendämme senkrecht, von der Spitze des kürzesten Hafendammes aus, gezogenen Linie. Diese Weite bey ordinairer Fluthhöhe, kann nähmlich 108 Fuſs, bey der beſsten Lage der Hafenstrasse seyn, und wenn sie eine Rhede vor sich hat, auch der Eingang tief ist. Sie betrage 120 Fuſs, wo weder Sand noch Kieselbänke davor angetroffen werden. Sie sey 150 Fuſs breit, wenn das Einsegeln schon mit Schwierigkeiten verknüpft ist. Aber nie mache man sie gröſser als 180 Schuh, es sey denn, daſs sie von einem Fluſs, der etwa eine gröſsere Breite nöthig machte, gebildet werde (*). Zwischen diesen Grenzen mag sich der Hafenbaumeister, je nachdem das Local beschaffen ist, halten, und ich werde diese Bestimmungen, bey der Beschreibung der Häfen, rechtfertigen.

(*) Die Breite der Swinemünder Hafenstrasse beträdt 118 Ruthen, die Ruthe zu 12 F., das macht 1316 F. Herr Gilly, der diese Breite angiebt, will die Mündung 120 Fuſs geschmählert wissen. Sollte sie nicht noch mehr geschmählert werden können, wenn die Hafenstrasse verlängert wird, da, nach des Hrn. Gilly Karte von Pommern, der Swine-Fluſs nur eine Breite von 100 Ruthen hat. Nach dieser Karte ist auch die Mündung der Hafenstrasse nicht 118 sondern 200 Ruthen breit.

§. 16. Da wo die Hafenstrassen von einem durch Schleusen hervorgebrachten Spühlstrom gereinigt, oder tief erhalten werden, mufs man sie nach dem Meere zu enger machen, wodurch auch der Zweck erreicht wird, dafs die in die Hafenstrasse hinein rollenden Wellen, je näher sie dem eigentlichen Hafen kommen, dadurch niedriger und kraftloser werden, dafs sie aus engern Profilen in weitere übertreten; umgekehrt mufs aber die Wirkung seyn, wenn die Wellen aus weitern Profilen in engere übergehen s. S. 31.

Was nun die Bestimmung der Lage von der Spühlschleuse oder ihrer Entfernung von des Hafens Mündung anbetrifft, so hängt dieselbe ab: 1) Von der Art des Materials, welches fortgeschwemmt werden soll; 2) von der Höhe, zu welcher der Spühlbusen mit Wasser angefüllt wird; 3) von der Wassermenge, die er fafst; 4) von der Gröfse der Oeffnung (von der Weite der Spühlschleuse), und endlich, von der Figur, d. i. (von der Enge und Breite) der Hafenstrasse selbst. Ist z. B. der Spühlbusen grofs, und die Wasserspannung hoch, so kann man die Spühlschleuse, bey sonst gleicher Gröfse und Tenacität des fortzuspühlenden Materials, von der Mündung der Hafenstrasse weiter entfernen, als im entgegengesetzten Fall. Wenn man einige Erfahrungen, über die Wirkungen des Spühlstromes, die in den Häfen der Normandie, gemacht sind, annimmt, so erhalten wir folgende Resultate: beym Kiesel, und wo es zwölf Fufs hoch fluthet, und der Spühlbusen so grofs ist, dafs während zwey Stunden gespühlt werden kann, auch die Schleusenweite nicht über $\frac{2}{3}$ kleiner als das Profil des Canals ist, wenn, sage ich, diese Umstände eintreten: so sollte die Schleuse von der Hafenmündung nur 1600 Fufs entfernt seyn; beym Sande aber 5000 Fufs, beym Schlick weniger, und mehr beym Kiesel, wenn der Strom ziemlich stark ist. Es sind freylich nur eine geringe Anzahl von Erfahrungen, auf denen ich diese Bestimmungen gründe, und die ich bey der Spühlung der französischen Häfen angetroffen habe. Indessen wäre zu wünschen, dafs man Beobachtungen anstellte: über die Geschwindigkeit des Spühlstromes, wie grofs diese seyn müsse, um den Strandkiesel u. dgl. Material auf diese und jene Entfernung fortzureissen. Endlich wird man die Spühlschleuse, wenn es möglich ist, in den Chenal selbst anlegen, wie zu Schiedam T. 31.; alsdann mufs aber die Schleuse zur Kammerschleuse eingerichtet seyn. Wenigstens sollte die Spühlschleuse in *langen Hafenstrassen* selbst liegen, denn über 5500 Fufs, von der Schleuse, möchte der Spühlstrom selbst auf dem Sande, nicht mehr stark wirken, wie ich in den Beschreibungen der Häfen noch näher zeige. Die Spühlbusen können nicht nur gelegt werden, wo Ebbe und Fluth ist, sondern auch da, wo durch die Hafenstrasse oder in deren Nähe ein Flufs läuft, der seiner Ufer wegen, vier Schuh und höher, auf eine Spühlzeit, geschwellt werden kann. Auch mit Hülfe der Schöpfmaschinen, insbesondere der Dampfmaschine, können Spühlbusen gefüllt werden. Es giebt daher fast keine Hafenstrasse, die man nicht mittelst Spühlschleusen reinigen oder vertiefen

könnte, wenn ihr Bett nur aus beweglichem Material besteht, und keine Kosten gespart werden dürfen.

§. 17. Was die Lage und Einrichtung der Flufshäfen betrift, so werden sie in dem Flusse selbst oder seitwärts ins Land hinein angelegt. Aber in schnellen Flüssen, die einen starken Eisgang haben, wie der Rhein, werden die Häfen nur dann im Flusse angelegt werden können, wenn das Profil des Flusses in der Nähe der Hafenstelle, zu breit ist, oder wenn eine Insel im Flusse liegt, wie bey Cölln (T. VI.). Geht der Flufs durch eine Stadt und dient er unmittelbar zum Hafen, wie zu Brest und Nantes (T. 62.) so sind massive und bequeme Kays nöthig. Diese müssen breit seyn, und einige Schuh über den höchsten Wasserstand des Flusses hervorragen. So einleuchtend diese Vorschrift ist, sind doch die Kays, selbst von Rotterdam, Hamburg und Amsterdam zu niedrig. Sonderbar ist es, dafs man in den beyden ersten Städten, wo die Gefahr so augenscheinlich und die Folgen der Ueberschwemmung schon öfterer äusserst nachtheilig gewesen sind, für zweckmäfsige Anstalten, diese Uebel zu heben, keinen Sinn zu haben scheint, und dafs des Professors Büsch Vorschlag: zur Sicherung Hamburgs, von keinen Folgen gewesen ist, und keine nähern Untersuchungen veranlafst hat.

Wenn sich in einem reissenden grofsen Flusse kleine Flüsse einmünden, so benutze man diese zu Häfen, und suche, wo möglich, einen Spühlbusen und Spühlschleuse anzulegen, um sie zu reinigen. Ihre Mündung liege ausser der Direction des hohen Eisganges von dem Eisstrome des Hauptflusses, und sey mit dauerhaften und hohen Bauwerken gedeckt, damit der Eisgang des Hauptflusses nie in sie eindringen könne. Häfen, die ausser der Direction des Flusses liegen, aber keine Spühlschleusen haben, treffen wir vorzüglich am Rhein, als z. B. bey Wesel, Emmrich, Düsseldorf und Orsoy. Manches Flufslocal wird, ehe ein Hafen angelegt werden kann, rectificirt werden müssen; das Fahrwasser selbst nach dem Hafen, wird in Hafendämmen einzuschränken seyn, um die Geschwindigkeit des Flusses, also dessen Tiefe zu vergrössern. Dieser Fall ereignete sich in der Düna bey Riga, und dieser Flufs ist zwischen zwey Dämmen geleitet.

Die zweckmäfsige Distribution der Flufshäfen ist immer diejenige, wobey der Hafen seitwärts des Flusses in das Land hineingelegt wird, und dergestalt, dafs er in die Stadt hinein länglichte Bassins bildet, wie zu Gouda, Schonhoven (T. 33.), Rotterdam, Dordrecht und mehrere holländische Flufshäfen. Da ich einige davon als Beyspiele beschreiben werde, so würde es unnöthig seyn, hierüber noch weitläuftiger zu handeln.

Ich will hier zugleich auch noch dasjenige anführen, was bey Abschlufs- oder Sicherungsdämmen berücksichtigt werden mufs: soll nähmlich der Hafen in dem Flufs selbst angelegt werden, so mufs der Sicherungs- oder Hafendamm, welcher den Hafen von dem eigentlichen Strom trennt, dergestalt angelegt werden, dafs die Schiffe in

den Hafen einlaufen können, ohne von Wirbel oder Widerströmen und dem Stromstrich ergriffen, und am Ein- und Auslaufen gehindert zu seyn. Die Tiefe muſs also hinreichen, damit die Schifffahrt bey den Herbstzeiten, wenn die Flüsse niedriges Wasser führen, in den Hafen einkommen; denn solche Fluſshäfen sollen die Schiffe, vorzüglich gegen das Eis ganz beschützen. Es wird sonach die Höhe des Schutzdammes, von dem höchsten Wasserstande des Flusses, den sie noch übertreffen muſs, bestimmt. Wäre er zu niedrig, so könnten ja die Eisschollen in den Hafen stürzen, oder die Schiffe aus dem Hafen herausgehoben werden. Ist ein solches Werk massiv, so wird, während eines strengen Winters, die Vorsicht angewendet werden müssen; auf dessen Gipfel ein Balkenwerk der Länge nach zu errichten, und um dieses aufzusetzen ist es nöthig, daſs in der Krone des Werkes Pfeiler von Werkstücken eingemauert sind, die Fugen haben, worin man die Balken einlassen kann. Gegen solches Balkenwerk werden sich dann die Eisschollen aufthürmen, und es wird den Hafen decken. Einen solchen Fluſshafen wird man auch mit einer Schleuse versehen können, um den Hafen zu reinigen, und von ihm den Eisgang abzuhalten. Zur grössern Sicherheit lasse man aber vor den Schleusen-Thoren ein Balkenlager in die dazu angebrachten Mauerfugen ein, bringe dahinter noch Stützen, oder fülle auch den Zwischenraum, zwischen diesem Lager und dem Thor, mit Erde aus; wenn ein harter Winter eintritt, und ein heftiger Eisgang zu befürchten ist. Am untern Ende schlieſse man den Hafen mit einem Pontonthor, dessen Einrichtung bey dem Dockenbau näher beschrieben werden soll; oder man mache auch da eine Verdammung mit Balken. Auf diese Weise wird der Hafen den Schiffen selbst im Flusse eine vollkommene Sicherheit gewähren. Die Construction der Fluſshafendämme hängt also ab: von der Geschwindigkeit und Höhe des Stromes, und von dem Eisgange. Ist jene groſs und dieser gefährlich, so mag man nur auf Holzbauwerke und Mauern, in den Fluſs hinein, verzicht thun, und sich auf Faschinenwerke beschränken, indessen muſs auch bey deren Anlage immer darauf hinaus gesehen werden, ob der Fluſs eine Schmälerung vertragen könne.

In Flüssen, welche wenig Eisgang führen, und nicht schnell flieſsen, können die Schutzwerke auch aus einem Pfahlbau bestehen; denselben würde ich aber, bey einem nicht festen Fluſsbette, durch Sinkstücke einrammen lassen, diese nachher mit Steinen bewerfen, damit keine Unterspühlung statt finden möge; diese Methode könnte bey Antwerpen angewendet werden, und worauf ich an einer andern Stelle zurück kommen werde. Wenn der Fluſs in dem Hafenbezirk viel Schlick führt, langsam flieſst, und Bodensatz absetzt, da ist es nöthig, daſs man die Circulation des Wassers, aus dem Hafen mit dem Fluſs, nicht gänzlich hemmt; hier werden also durchsichtige Pfahlwerke, wie zu Amsterdam und Hamburg stehen, nöthig seyn, und gute Dienste leisten.

Solche Häfen müssen des bequemen Verkehrs wegen mehrere Eingänge haben, wie der Hafen zu Amsterdamm; zur Nachtzeit aber verschliefst man dieselben mittelst eines schwimmenden Balkens, *Baum* genannt. Das Weitere über die Anlagen der Flufshäfen kömmt im folgenden Abschnitt vor.

§. 18. Die Grundsätze, nach denen die Seehäfen und Meerdämme angelegt werden müssen, bestehen in Kurzem darin: 1) Lege man die Hafendämme, folglich die Mündung der Hafenstrasse, ins Meer, damit, auch bey der Ebbe, die Wassertiefe hinreichend sey, um mit denen den Hafen frequentirenden Schiffen, einlaufen zu können. Dieser Grundsatz wird jedoch nur in dem Fall einer wirklichen Anwendung fähig seyn, wenn der Hafen, selbst bey der Ebbe, die nöthige Tiefe hat; denn alsdann liegen in mehreren Häfen am Canal die Schiffe auf des Hafens Bett auf. Die Führung der Hafendämme ins Meer hinein, müfste sonach, in einem solchen Fall, nicht allein nicht vortheilhaft, sondern sogar nachtheilig seyn, weil sie die Hafendämme, mittelst ihrer überflüssigen Länge, dem Angriffe des Meeres, aussetzte, und das ohne Noth.

2) Die Länge der *Hafendämme* ist ferner abhängig von der Direction der Hafenstrasse, die sie mit der Direction des herrschenden Seewindes macht. Je spitzer der Winkel ist, unter den diese Directionen zusammen treffen, desto stärker ist die Gewalt derer in die Hafenstrasse einrollenden und fluthenden Wellen, womit sie auch in den Hafen selbst einlaufen, den Sand und Kiesel fortwälzen, desto länger mufs also die Hafenstrasse seyn; folglich mufs dieser Winkel so stumpf als möglich gemacht werden, wenn anders Localumstände es zulassen.

3) Derjenige der beyden Hafendämme, auf welchen der Fluthstrom zuerst anrollt, also diesen nicht nur auffängt, sondern auch die Strandkiesel, der mufs weiter als der gegenüberstehende ins Meer gehen. Dieser mag also der *untere*- jener der *obere-Hafendamm* heifsen. Aber auch nicht zu weit darf der obere- vor dem untern-Damm hervortreten; denn da erhielte die Mündung eine zu grofse Weite, wie z. B. die von Havre. Es müfste alsdann in ihr ein Widerstrom, von der um den obern-Hafendamm umlaufenden Fluth, entstehen, welcher nicht nur für das Ein- und Auslaufen der Schiffe nachtheilig ist, sondern der auch die Kiesel in die Mündung, ja in die Hafenstrasse selbst, hineinwirbelt und aufbringt. Aber solche Kieselbank würde in der Mündung, die Wirkung des Spühlstroms schwächen, weil sie ihn retardirt. Der Hafeningenieur mufs daher nicht nur die Wirkung des Spühlstromes, sondern auch die Beschaffenheit des Bodens, von der Hafenstrasse und dem Strande, die Tiefen längs der Küste, und die Richtung, so wie die Stärke des Ebbe- und Fluthstromes kennen, ehe er die Anlage eines Hafens und der Hafenstrasse entwirft. Im Allgemeinen werde der untere-Hafendamm, um die Gröfse der Mündung, eingezogen oder kürzer wie der obere; alsdann werden die Schiffe mit Bequemlichkeit in den Hafen einlaufen und laviren. Es sey die Breite der Mündung von der Hafenstrasse = a b

= a, so wird die Entfernung der Enden von den Hafendämmen seyn $= \sqrt{2 \cdot a^2}$. Es sey diese Breite = 120 F., so ist die Entfernung der Enden beynahe 170 Fufs.

4) Ist aber die Hafenstrasse, wegen der Lage des Hafens und Strandes, so kurz, dafs die Wellen in den Hafen, mit ihrer ganzen erlangten Kraft, einrollen; so ist es rathsam, den untern-Hafendamm nur wenig kürzer, als den Obern zu machen, damit die in die Mündung einfluthenden Wellen keine zu grofse Basis erhalten, vermöge welcher ihre Kraft, womit sie zwischen den Hafenwänden aufrollen, vermehrt wird.

5) Daselbst, wo die See nicht Kiesel führt, der Strand seicht und die Wirkung des Spühlstromes nicht reissend ist, können die beyden Hafendämme gleiche Länge erhalten, wie z. B. die Hafendämme von Gravelins gleiche Länge hatten.

6) Gegen den Hafen zu müssen die Hafenwände sich, wie gesagt, entfernen, damit der Queerschnitt des einfluthenden Wassers vergröfsert werde, und die Wellen sich mehr ausdehnen, desto näher sie dem Hafen kommen, also an ihrer Kraft, mit welcher sie gegen die Hafendämme und Wände an- und in den Hafen hineinrollen, verlieren. So ist z. B. in dem Hafen von Toulon eine ziemliche Ruhe im Wasser, wenn gleich die Wellen vor den Hafenwänden hoch aufrollen, und heftig an dieselben anbranden, und zwar defswegen, weil die Hafenmündung nur 80 Fufs weit ist, also die in dieser engen Mündung einlaufenden Wellen sich in dem grofsen Becken des Hafens weit ausdehnen; und da die gesammte Wassermasse nicht in unruhige oder starkwogende Bewegung zu bringen im Stande sind. Die Breite binnen der Mündung der Hafenstrasse wird grofs genug seyn, wenn sich zwey Kriegsschiffe ausweichen können, d. i. 125 Schuh. Also etwa auf 200 F. Abstand von der Mündung mag die Hafenstrasse diese Weite haben, wenn das Verkehr sehr grofs ist, und andere hydrotechnische Rücksichten eine solche Breite gestatten. Alsdann erweitere sie sich bis zum eigentlichen Hafen hinauf, und zwar $\frac{1}{20}$ der Länge, so dafs sie, wenn sie von der engsten Stelle noch 3000 Schuh lang ist (*), eine Breite am Hafen von 150 + 125 F. = 275 F. erhält. Der Punct, wo die Zusammenziehung ist, biete indessen den Hafenwänden keine scharfen Ecken dar, sondern diese Zusammenziehung und Ausdehnung werde nach krummen Linien formirt.

7) Eine andere Maafsregel, um die Wellenbewegung in der Hafenstrasse, also auch in dem Hafen selbst, zu mäfsigen, besteht in der Aufführung *durchsichtiger Holzbauwerke*, und in einer schrägen Fläche dahinter, nähmlich in einem Theil der Hafendämme. Man gedenke sich T. 67. F. 25. ein Stück des Hafendammes mit einem Durchsichtigen-Holzbau und einer Fläche A (siehe auch Fig. 1. und 19.); dessen voller Grundbau *b* liege mit seiner Innern-Kronenlinie *a* etwa 3 bis 4 Fufs über die Ebbe, so werden die in den Hafen einrollenden Wellen durch den offenen Holzbau *c* hindurch schlagen **). Sie werden also auseinander gezogen, und gleichsam zerrissen;

(*) Von einer gröfsern Länge der Hafenstrasse als 3000 Fufs, werde ich unten handeln.

(**) An der gegenüberstehenden Seite wird der Hafendamm massiv seyn können.

ihr Gipfel wird also gesenkt. Auf der schrägen Fläche *A*, die eine Böschung wie 5 zu 1 haben mag, rollen demnach die Wellen mit geschwächter Kraft auf, ohne an dieser Fläche Abnahme zu bewirken. Sollte aber die schräge Fläche von den Wellen angegriffen werden, so kann man sie mit einer Buschdecke und Verzäunungen versehen. Doch, ich will von der Construction solcher Werke noch nichts erwähnen. Vorzüglich vortheilhaft ist ein Durchsichtiger-Holzbau in einem solchen Hafendamm, auf dem die Fluth oder der herrschende Seewind aufsteht. Nur sollte man ihn nicht zu nahe an die Mündung der Hafenstrasse anlegen, noch viel weniger an den Enden der Hafendämme, denn die Schiffe können sonst mit ihrem Bugsprit in den Bau hinein segeln. Er möge also immer auf 300 Fuſs von der Mündung entfernt werden; nur in demjenigen Fall, wenn die Hafendämme, und also auch solche durchsichtige Holzbauwerke, so niedrig liegen, daſs die Schiffe an sie hingleiten können, und das Bugsprit nicht in sie hinein steht, mag man sie der Mündung näher rücken. Der erste groſse Durchsichtige-Holzbau, mit einer schrägen Fläche dahinter, ist, meines Wissens, zu Rochelle, T. 62., zwischen *c d* angelegt worden, welcher hier die beſsten Dienste leisten soll. Vielleicht hat er dieser Bauart einen günstigen Eingang in Frankreich verschafft!

8) Damit die, in die Hafenstrasse einrollenden Wellen nicht mit ungestörter Ondulation in den Hafen laufen können, so ist es vortheilhaft, die Hafenstrasse (im Fall sie so kurz ist, daſs die Wellen darin ihre Kraft nicht verlieren) in einem Bogen zu führen, und zwar dergestalt, daſs der obere-Hafendamm vorne nach der Hafenstrasse zu, eine Concave macht, wie z. B. das Project bey Dieppe T. 62. zeigt. Auf diese Concave wird auch der Spühlstrom besser wirken, denn fast immer legt sich am innern Theil des obern-Hafendammes Kiesel und Sand, der von dem Widerstrom, oder auch von der Fluth und den Brandungen, angeworfen wird. Endlich deckt ein solcher concaver Hafendamm die Hafenstrasse gegen die anrollenden Wellen, so wie auch die Spühlschleusen, wenn sie nicht dergestalt von der Mündung der Hafenstrasse entfernt liegen, so daſs die Wellen sie nicht erreichen. Wird dem obern-Hafendamm aber eine convexe Gestalt, nach der Hafenstrasse zu, gegeben, so legt sich vor dem convexen Theil Kiesel und Sand. Die Schiffe müssen also diesen Theil meiden, welches wir an dem Hafen von Dieppe, und an mehrern Häfen sehen. Der Spühlstrom wird von solcher Kieselanlage weggewiesen, nach der entgegenstehenden Seite. Er kann diese also nicht angreifen noch abflächen, denn der Strom, welcher genöthigt wird, in der krummen Bahn zu flieſsen, muſs sich von ihr zu entfernen trachten. Eine Wirkung, die wir bey allen Flüssen gewahr werden, wo die convexen Ufer den Strom nach dem concaven Ufer hindrängen.

9) Ist die Hafenstrasse aber so lang, daſs die Wellen sich in ihr verlieren oder abmatten (etwa über 3000 Fuſs) wie die Hafenstrassen von Gravelins und Dünkirchen, so mögen die Hafendämme immer in gerader Linie und parallel liegen.

10) Zu kurz dürfen die Hafenstrassen nicht seyn, wenn nähmlich der Hafen mit vielen Schiffen belegt ist, und die Schiffe nicht frey in denselben auflaufen können; ja ein Schiff kann bey hartem Winde nur in einer Weite von 900 Fuſs aufgehalten werden, es sey denn, daſs man es mit Kabeltauen, die auf dem Hafendamme befestigt sind, anhielte. Das wäre jedoch ein gefährliches und unsicheres Manövre! Bey einem für die Schifffahrt beschränkten Hafen, und wenn der Hafen nicht seitwärts der Hafenstrasse liegt, wird also die Hafenstrasse 900 Fuſs lang seyn müssen. Wäre sie kürzer, so würde auch der Wind und die Wellen zu heftig in den Hafen einrollen. Ganz anders ist es aber, wenn der Hafen groſs ist und eine enge Einfahrt hat, da mag man die Hafenstrasse immer abkürzen; denn die Wellen, die in die Mündung einrollen, verlieren ihre Kraft in der Wasserfläche eines groſsen Hafens.

§. 19. *Von den Meerdämmen oder Molen* werde ich Folgendes anführen. 1) *Von ihrer Direction*: werden nähmlich die Meerdämme zum Schutz der Rheden angelegt, so müssen sie dergestalt situirt seyn, daſs sie dieser eine solche Ausdehnung geben, damit sie, in Hinsicht der aufzunehmenden Schiffe, und der öconomischen Mittel, so groſs als möglich werde. Wird die Rhede zur Stationirung einer groſsen Kriegsflotte eingerichtet, so muſs man, vor der Bestimmung ihrer Gröſse, die Tiefen und den Boden genau kennen, um zu bestimmen, wo die Schiffe hinreichendes Wasser und haltbaren Ankergrund finden. Auch auf den Abstand, in welchem die Kriegsschiffe gelegt werden, d. i. auf die Entfernung von 900 Fuſs, muſs man Rücksicht nehmen.

a) Ist die Gröſse der Rhede festgesetzt: so werden die hydrotechnischen Grundsätze es näher angeben, ob der Meerdamm noch einen gröſsern oder kleinern Bezirk abschlieſsen kann. Man muſs nähmlich darauf sehen, ob diese oder jene Figur des Meerdammes, in Hinsicht der Lage von der Küste, von den Inseln, Sandbänken und der Felsriefs, zweckmäſsiger sey, als alle andere, und ob sie auch die Wellen auf der Rhede schwächen werde. So muſs z. B. der Meerdamm nach seiner Länge, da, wo der Fluthstrom heftig ist, mit einem Theil selten weiter als mit dem andern in die See hervorragen, damit ein solcher vorstehender Theil von den Wellen und dem Fluthstrom nicht zu heftig angegriffen werde, keine Wirbel und Widerströme erzeuge.

b) Soll der Meerdamm einen Hafen decken, wie die Dämme von Granville und Cette, T. 62., von Toulon, T. 60., und von Civita-Vecchia, T. 63., so sollte er nicht nur dergestalt situirt seyn, daſs er von dem Hafen die hohen Wellen und Brandungen abhält, sondern auch den Schiffen den beſstmöglichsten Eingang darbietet, und zu einer Batterie oder Fort dienen könne.

c) Die Höhe solcher Meerdämme, die eine Rhede sichern, sollte wenigstens bis zu $\frac{1}{3}$ der Springfluth gehen, wenn nähmlich die Rhede von der Küste und den Inseln, gegen die mehrsten Windstriche, gedeckt ist, wie z. B. die Rhede von Cherbourg. Hat die Küste aber ein flaches Ufer, und ist sie allen Windstrichen, oder doch den herrschenden Seestürmen, bloſsgestellt: so muſs der Meerdamm die Höhe der ordinairen

Fluth erreichen, um die Wellen auf der Rhede zu mäſsigen, und die Communication zwischen dieser und den Meereswogen abzuschneiden. Auch bey einer kleinen Rhede, als bey Granville, muſs der Meerdamm diese letztere Höhe erreichen, ja noch höher seyn, damit der Seemann nicht Gefahr läuft, darauf zu stossen; denn in einem beschränkten Raum kann er, während Stürmen, den beſsten Cours nicht einhalten, es sey dann, daſs er schon von weitem die ihm gefährlichen Gegenstände ansichtig werde.

d) Uebrigens ist es allemahl besser, die Meerdämme hoch als niedrig zu machen, aber die Oeconomie gebietet nur zu oft eine mäſsige Höhe. Daſs diejenige Höhe, welche bis zu $\frac{1}{3}$ der Springfluth über die ordinaire Ebbe geht, schon die Wellen auf der Rhede mässigt, beweisen unter andern die tiefer liegenden Sandplatten, vor der Rhede von Vlissingen und vor dem Maarsdiep. Es ist auch schon a priori einleuchtend, daſs die Ondulation der Wasserfläche in einer solchen Rhede, die von einem Meerdamm gedeckt ist, dessen Höhe so weit hinaufgeht, daſs die Basis der Wellen sich unter seiner Krone hinabsenkt, gemäſsigt wird; denn der untere Theil von einer jeden Welle wird von dem Meerdamm durchschnitten, folglich wird die Welle in ihrer Schwingung gehemmt. Geht aber die Springfluth so hoch hinauf, daſs ihr unterstes Drittheil unterhalb der Basis der Wellen steht, so muſs auch der Meerdamm sich höher als dieses Drittheil erheben, weil derselbe sonst die Schwingung der Wellen nicht sehr unterbrechen kann. Dieſs ist jedoch nur da anzuwenden, wo die Fluth höher denn 25 Fuſs steigt, und die Unterbrechung der Ondulation kann nur alsdann noch in dem Moment, wenn die Fluth ihre Höhe erreicht hat, statt finden. Fällt nähmlich das Meer, so senken sich auch die Wellen.

e) In Meeren, wo keine Fluth ist, wird man die Meerdämme wenigstens immer bis zur Wasserfläche legen müssen, weil sie sonst dem Schiffer eine Klippe darbieten, denn sie bleiben ja beständig unter Wasser. Soll der Meerdamm aber zugleich zur Vertheidigung dienen, so muſs er sich zehn bis zwölf Schuh über die ordinaire Fluth oder über das Meer erheben.

§. 20. *Die Höhe der Seehaſendämme* wird von mehrern Rücksichten bestimmt. a) Die Hafendämme sollen die Hafenstrasse begränzen, damit der Spühlstrom sie austiefen könne. Da nur zur Zeit der Ebbe gespühlt wird, so könnten die Dämme in der Nähe der Spühlschleusen, ein paar Schuh über die Fluth, und an der Mündung so viel über die Ebbe liegen. Wo demnach die Hafendämme nicht zum Verkehr dienen, und sie die Sturmfluthen nicht abhalten dürfen; wo vor ihnen her weit ausgedehnte Sandplatten liegen, welche die Wogen schon gebrochen haben, da mag man sie nicht höher als zur täglichen Fluth legen, wie z. B. im Nieuwen-Diep geschehen ist. Diese Höhe müssen sie aber immer erreichen, damit der Fluthstrom nicht täglich über sie seitwärts hinfalle. Alsdann müssen aber in den Dämmen Duc-d'alben stehen, um die Schiffe daran legen zu können. b) Sollen die Hafendämme den Strandkiesel aufhalten, die Erhöhung des Strandes bewirken; oder ist die Einfahrt bey Seestürmen gefährlich,

so mufs das massive werk derselben zwey bis vier Fufs über die tägliche Fluth liegen. Bey grofsem Fluthintervall aber ⅘ dieses Intervalls. Da ich den massiven Theil, den mit Material ausgefüllten nenne, so würde ich die Hafendämme bey dieser Höhe von Buschsteinwerke construiren s. S. T. 49.; in diesem eine Reihe Duc-d'alben, auf 20 Schuh Abstand, einrammen, und auf denselben eine Bebrückung, und einen Ziehweg, auf die Höhe von acht Fufs über die tägliche Fluth, anbringen. c) Ist man aber genöthigt — wegen der Enge der Hafenstrasse und dem häufigen Verkehr — die Hafendämme ganz massiv anzulegen, so mufs der vordere Theil des Hafendammes, oder der meerwärts liegende neun Schuh, und der hintere sieben Schuh über die tägliche Fluth empor stehen, weil jener den hohen Wellen mehr als dieser ausgesetzt ist. So sind z. B. die Hafendämme von Calais 1½ Schuh seewärts höher als landwärts. Derjenige Hafendamm, welcher dem herschenden Seewinde oder der Fluth entgegen steht, sollte zwey Schuh höher gelegt werden, als der untere, um die Ruhe in der Hafenstrasse zu befördern. e) Dienen die Hafendämme zum Kay; stehen daran Häuser, so mögen sie zehn bis zwölf Schuh über die tägliche Fluth erhoben werden. Sollen sie zu Batterien dienen, so müssen sie wenigstens diese Höhe haben, damit sie nicht von feindlichen Kriegsschiffen dominirt werden. Hafenwände, welche die Häfen einschliefsen, wie die zu Toulon, müssen die Brandungen vom Hafen abhalten, also eine Brustwehr, die über diese reicht, erhalten. Hinter derselben mufs indessen noch auf der Hafenwand Platz zum Verkehr seyn, T. 66. F. 5. Doch es mögen hier nur noch die Höhen einiger der besten Hafendämme als Beyspiele dienen.

Die Hafendämme sind hoch über die ordinäre Fluth zu

Caläis - - -	8 bis — Fufs	Havre - - -	10 bis 12 Fufs.
Dünkirchen - -	10 — — —	Nieuwen-Diep -	0 — — —
nähmlich die alten.		Ostende - - -	4 der volle Bau.
Dieppe - - -	8 — 9 —	St. Valery - -	8 bis 9 Fufs.
Gravelins - - -	2 — 6 —	Trèport und Fecamp	8 — 9 —

§. 21. *Von der Form der Meerdämme.* Damit die Wellen an dem Fufs des Meerdämme geschwächt werden, so müssen diese unterhalb der Ebbe eine starke Böschung, etwa wie 4 zu 1 erhalten, oberhalb der Ebbe können sie eine geringere, etwa wie 2 zu 1, bekommen. Sie werden also füglich aus einem Buschsteinbau aufgeführt werden können. Eine hinreichende Breite werden sie haben, wenn sie eine Oberfläche von 18 Fufs erhalten. Wird diese aber rund gemacht, desto besser wird das Werk den Seebrandungen widerstehen. Auch mag diejenige Seite, welche nach der Rhede liegt, sich mit einer geringeren Böschung, als die äussere, begnügen; weil die Seewogen nicht darauf anlaufen, sondern die schwächern Wellen, welche in der Rhede erst enstehen.

Will man auf den Meerdämmen, Forts und Leuchthürme anlegen, so wird man dieselben auf Buschsteinwerke besser und sicherer gründen, als auf einen von Steinen auf-

geschütteten Damm, insbesondere, wenn der Grund des Meeres flüchtig und schlammigt ist. In solchem Boden rollen die Steine hin, auch nach der Vollendung des Baues, wie es eine Menge Beyspiele, insbesondere die Werke am Helder, bewiesen haben. Ein übler Umstand, der bey den Sinkstücken gar nicht zu befürchten ist.

§. 22. *Von der Form der Hafendämme.* a) Wird der Hafendamm als ein Werk brtrachtet, welches die Höhe der Wogen nicht vermehren, sondern vermindern soll, so muſs er Böschung haben; und je gröſser diese ist, desto mehr wird er die Wellen abmatten. Sein Kopf habe also auf jeden Fuſs Höhe wenigstens drey Fuſs Ausladung, wenn er aus einem Buschsteinbau besteht. Die Oberfläche erhalte die Form T. 50. F. 12. b) Ist die Böschung gröſser zu machen, wie in dieser Figur, so schlage man vorne durch dieselbe eine Pfahlwand, bloſs zum Abweisen der Schiffe, mache aber nicht einen hohen durchsichtigen Holzbau daraus, damit die Schiffe mit dem Bugsprit nicht darin hinein segeln. Auf diese Weise werden die Schiffe längs der Böschung und Pfahlwand, ohne auf die Steindossirung zu stossen, hinsegeln. c) Wenn die Hafenstrasse bey der Ebbe seichte, und bey der Fluthlinie zu enge ist; als daſs den Hafenwänden eine dem Buschsteinbau nöthige Böschung gegeben werden könnte, so müssen freylich Holzwände und Mauern gewählt werden, weil nur diese mit wenig schräge aufgeführt werden. Indessen wird man doch, in den mehrsten Fällen, den Fuſs solcher Werke mit einem Steinwall leicht versehen können. d) Die obere Breite der Hafendämme ist von dem Verkehr und der Stärke des Werkes abhängig. Acht Fuſs wird sie immer seyn müssen, wenn nur einiger Verkehr darauf statt findet. Soll die Oberfläche bloſs zum Ziehwege dienen und nur aus einer Bedrückung bestehen, so sind 4 Schuh hinreichend. Macht sie einen Wallgang aus, wie zu Havre, so muſs sie 14 Fuſs betragen. Sie kann noch weit gröſser seyn, wenn leichte Schoppen und Magazine darauf stehen, wie zu Toulon, welche Hafendämme eine Breite von 57 Schuh haben, ohne die Brustwehr, die acht Fuſs breit ist, zu rechnen. e) Rein hydrotechnisch betrachtet, sollten also die Häfen- und Meerdämme nicht höher als zwey bis vier Fuſs über die ordinäre Fluth, oder über die Meeresfläche, liegen, alsdann mit einer Bebrückung zum Verkehr versehen seyn, und der massive oder volle Theil, sollte wegen dem Angriffe der Wellen, eine runde Oberfläche haben. Oertliche Umstände können aber, wie wir sehen, Holzwände Steinwürfe und Mauern nöthig machen.

Zum beſsten werde ich diese Fälle, und dasjenige, was noch von der Construction der Hafendämme zu sagen ist, in dem folgenden Bande erörtern können, worin ich die vorzüglichsten Häfen und Meerdämme beschreiben werde. Auch werde ich darin die Schiffsdocken und Leuchthürme abhandeln, aber nichts mehr von den Grundsätzen, nach denen die ersten construirt werden müssen, erwähnen.

ZWEYTER ABSCHNITT DER HAFENBAUKUNDE,

ODER

PRACTISCHE HAFENBAUKUNDE.

ERSTES KAPITEL.

BESCHREIBUNG DER MERKWÜRDIGSTEN EUROPÄISCHEN HÄFEN.

§. 23.

Die *Rhede und der Hafen von Cherbourg* T. 58. — *Cherbourgs Rhede* hat nicht nur einen guten Ankergrund und hinreichende Tiefe für Kriegsschiffe, sondern auch in Beziehung auf die englische Küste eine äufserst vortheilhafte Lage. Sie bildet nämlich mit den englischen Häfen *Portsmouth und Plymouth* fast ein gleichschenklichtes Dreyeck, so dafs eine darauf stationirte Flotte, die Bewegungen der Engländer, welche sie von dem einen oder andern dieser zwo Häfen aus, machen, beobachten, und je, nachdem es die Klugheit und der Wind zuläfst, nach dieser oder jener Richtung auslaufen kann. Die Wichtigkeit dieser Rhede war für Frankreich vielleicht nie grösser, als gegenwärtig: denn es kann nicht geläugnet werden, dafs England sein zur See über alle Mächte Europens, sich erworbenes Uebergewicht, vorzüglich seinen Marine-Etablissements am *Canal* verdankt. Allerdings hat es die Natur sehr begünstigt, denn längs seiner Küste streicht die grofse *Fahrstrasse* hin Davor liegen weder Sandbänke, noch Felsriefs, wohl aber sichere Ankerplätze, und gegen alle Seestürme, durch die natürliche Lage, gesicherte Rheden und Häfen. Diese liegen in das Land hinein, und sind von den Kaps und Landspitzen gedeckt, auch wehet der herrschende Nordwestwind, welcher die Schiffe, als Sturmwind, jagt, von der englischen Küste ab, aber der französischen zu. Diese hat längs dem Canal bis *Vlissingen* und zum *Maarsdiep* einen flachen Strand vor sich, der die Häfen mit Kiesel füllt, und auf den die Schiffe auflaufen und stranden. Ja! längs der englischen Küste des Canals treffen wir ausser mehreren Kauffahrtheyhäfen, die Kriegshäfen: *Plymouth*, *Portsmouth* und die *Häfen der Themse; Ramsgate*, wenn es gleich keine Flotte einnehmen kann, ist für Landungs-Unternehmungen gut gelegen, wie die letzte Expedition nach Holland bewiesen hat. So sind ferner die Rheden von *Nore*, *Beachy-Head*, *St. Helens*, *Spithead* und *Plymouth*, die sichersten und bequemsten der Welt. Fast alle diese Häfen und Rheden liegen an schiffbaren Flüssen oder Canälen, woraus für den Handel und die Marine

große vortheile entstehen. Die Hafen-Etablissements haben vortreffliche, vielleicht hundert Millionen kostende Schiffsdocken und Bassins, die beßten Schiffswerfte, Magazine, und alles, was zum Schiffsbau und der schleunigen Ausrüstung einer Flotte nothwendig ist. Niemand hat aber die Vortheile der englischen Canalhäfen und Rheden, so wie die Nachtheile der französischen, besser geschildert: als die von der Nationalversammlung zur Untersuchung der Rhede von Cherbourg 1791 festgesetzte Commission, deren Redner *Mr. de Court*, Deputirter von Guadeloupe war. In der That dürften diese Localverhältnisse, die Unternehmungen gegen England bis jetzt verzögert haben; von deren Erfolg der Friede in Europa abzuhängen scheint. Frankreichs Häfen am *Canal* sind indessen gegenwärtig unendlich bedeutender, als zur Zeit, wie ich die erste Auflage (1800) schrieb; denn die Rheden von Vlissingen und Terneuse auf der Schelde, Helvoet (Tab. 46.) und das Maarsdiep (T. 47.), so wie die Häfen von Vlissingen und Medenblick, in welchem letztern die Schiffe, welche im Nieuwen-Diep stationiren, erbauet werden, gehören diesem Reiche an. Gleichwohl ist, ausser der Rhede im Marsdiep keine, vor den Angriffen der Engländer gesicherte Rhede und Hafen am Canal, von Brest bis zum Nieuwen-Diep, vorhanden; denn die Anlagen von Cherbourg sind noch nicht ganz vollendet und die Vertheidigungsanstalten der Vlissinger- und Helvoeter-Rheden sind unbedeutend; auch haben sie eine zu große Weite, um von der Küste ab vertheidigt zu werden. Eine Voraussetzung, die von dem letzten Vorfall, wo die Engländer Vlissingen einnahmen, und die Rhede daselbst mit ihren Schiffen bedeckten, beweiset dieß hinreichend! Die Rhede von Terneuse scheint daher, wie ich bereits in der ersten Auflage anführte, Vertheidigungsanstalten zu verdienen; denn die Schelde hinauf können ausgerüstete Linienschiffe nicht wohl passiren, folglich sollten sie einen vollkommen sichern Ankerplatz auf der mehr landwärts, als Vlissingen liegenden Rhede von Terneuse, finden. Selbst das *Maarsdiep* war 1799 nur einer Flotte nicht aber einer damit verbundenen Landungs-Armee unzugänglich, wie dieß die Engländer und Russen bewiesen haben. Hätten die Holländer damals zwey Forts am Helder, und eines auf der Insel Texel, statt der elenden Küsten-Batterien angelegt, die beyden Fahrwasser (das Schulpengat und Landsdiep) mit Flossen und Pontons gesperrt; so würde die Landung unterblieben seyn! Ist jetzt das Maarsdiep, die Helvoeter-Rhede, das Rivier Bieningen und die Schelde-Mündung hinreichend vertheidigt? Es ist in der That auffallend, wie so öfters die wichtigsten Plane wenig Zusammenhang verrathen. Hätten die Engländer vor zwölf Jahren, (welche, wie es sich nachher zeigte, keinen bedeutenden Anhang in Holland hatten), ausser dem Hauptangriff am Helder, eine Abtheilung ihrer Truppen am Hoek van Holland landen lassen, sich Haag so, wie Rotterdams und noch zweyer, nicht minder wichtigen Puncte, bemeistert, so würde, höchst wahrscheinlich, Holland gefallen seyn, weil die Franzosen und Holländer anfänglich zu schwach waren, um nach mehreren Seiten hin, Widerstand leisten zu können. Und welche Folgen wären hieraus nicht entstanden!!

Wenn nun erwogen wird, dafs eine Unternehmung auf England nur dann glücklich ausfallen dürfte, wenn zwo grofse, die Flügel der Landungs-Escadre bildende Flotten der englischen Küste so nahe, als möglich, stationiren; dafs Brest vom Canal zu weit entfernt liegt, und diese zwo Flotten der Landungsflottile zwischen sich einen grofsen Raum lassen müssen, um die feindlichen Flotten auseinander zu ziehen; so mufs die französische Regierung, die Wichtigkeit von *Cherbourg* und vom Maarsdiep erkennen: denn um von Brest bis zur englischen Küste zu gelangen, bedarf es eines andern Windstriches, als den, der die Landung begünstigt; die zum leichtesten, während eines mäfsigen nicht zu dichten Nebels zu bewirken ist; auch findet der von Brest kommende Seemann an dem Cap de la Hougue, oder vielmehr an der Raz-Blanchard und dem Cap von Barfleur Gegenstände, die bey wenig Windstrichen umsegelt werden können. Ferner ist der Besitz (von englischer Seite) der Inseln von Guernsey und Jernesey für Frankreich nachtheilig. Die erste Insel hat einen Hafen, dessen Eingang eine Weite von 68 Schuh, und dessen Hafendämme 35 Schuh hoch sind; bey der letztern Insel liegt eine weite Rhede, die für grofse Schiffe sehr bequem ist, und eine Tiefe von 15 bis sechszehn englischen Faden hat, und Owen's Bay heifst. An diesen beyden Inseln ist der Unterschied der Ebbe und Fluth bey Springfluthen 28 — 30 Schuh, bey ordinären Springfluthen aber nur 12 — 15 Schuh, also 7 bis 10 Schuh weniger, als vor Cherbourg. Englische Flotten, die bey der einen oder andern Insel vor Anker liegen, können nun vereinigt mit einer Flotte von Plymouth den Eingang der französischen, aus dem Ocean, d. i. von Brest, kommenden Flotten, in den Canal, verhindern. Also scheint Brest nicht so wichtig, als Cherbourg, in Hinsicht der Unternehmung gegen England, zu seyn.

Der unglückliche Vorfall von la Hougue (am 29. May 1692), wo Tourville, ausgerüstet, mit allen Eigenschaften eines trefflichen Admirals, der stärkern englischen Marine, bey dem Mangel einer sichern Rhede, nicht entgehen konnte, die zwey Jahre zuvor geschlagen worden war, und siebenzehn Schiffe eingebüfst hatte — belehrte Ludwig den XIV., dafs die Vertheidigung und Anlage der Seehäfen am Canal von Frankreich vernachlässigt worden sey; dagegen England seinen Handel den vortrefflichen Häfen am Canal verdanke. Er wollte diesen Fehler verbessern, und sandte den Marschall *Vauban* zur Untersuchung der Küste der Normandie. Dieser grofse Mann, die Rücksichten der Politik eben so wie die der Ingenieur-Wissenschaften umfassend, liefs bey la Hougue einige Batterien anlegen, wovon noch ein Thurm, und das grofse Hospital vorhanden ist. Kaum war derselbe aber in Cherbourg angekommen, als er die Minister auf die Wichtigkeit der Cherbourger-Rhede, auf ihre gute Eigenschaft, zum Angriff und zur Vertheidigung, so wie zur Beförderung des Commerzes, aufmerksam machte; er bewirkte die Anlage des Bassins (Tab. 58.); ja Vauban nannte Cherbourg den Bergeplatz des Canals. Aber bald verdrängten vierzigjährige Kriege, so wie das verderbliche System von Law, und die Schwäche des Gouvernements, diese

Ansichten eines Vaubans! *Dünkirchens* Schleusen, Forts und Dämme — von ihm erbauet — mufsten, dem Utrechter Frieden (1717) gemäfs, geschleift werden. So bestand vielleicht des Cardinals Fleury gröfster Fehler als Staatsmann in Vernachlässigung der Küsten und Häfen; ja! es bedurfte nur eines Zeitraums von 20 Jahren, und die Engländer erkühnten sich alle Schiffe; die den Canal durchliefen, zu visitiren. Vergeblich waren daher die Bemühungen des Marschalls Belle-Ille: denn seine Reise nach den Küsten der Normandie diente zu weiter nichts, als die Engländer auf die französischen Unternehmungen aufmerksam zu machen, und sie waren kühn genug, bey Cherbourg zu landen, vierzig Schiffe wurden von ihnen in Brand gesteckt, die Kays, so wie die Hafendämme zerstört. Eine zwanzigjährige Anstrengung wurde in wenig Tagen (1689 und 1758) vernichtet: Endlich (1780) erwachte das französische Gouvernement aus seinem Schlummer, worin es der Seehäfen am Canal wegen gelegen hatte, und nachdem die Marine immer tiefer gesunken war! Die Minister Ludwig XVI. beschlossen jetzt entweder zu la Hougue oder Cherbourg ein Marine-Etablissement anzulegen: denn die Herrschaft Englands zur See mufste jeden Franzosen empören, und die Nation aufschrecken, um Werke zu errichten, die zur Vernichtung dieser *Herrschaft* abzwecken. Diese war bis jetzt von allen Politikern, als die Benutzung des festen Landes betrachtet werden; wie grofs war nicht die Macht und der Reichthum von Venetia, Cartago, Tirus und der Hansa? Auch die Griechen und Römer erkannten den Einflufs der Seemacht auf das feste Land: *Cicero* schrieb daher an *Atticus*, über die Seerüstungen des Pompejus: „der Plan des Pompejus gegen Cäsar ist ganz derselbe, den Themistocles befolgte, er glaubte, wer Herr des Meeres sey, gebiethe alles." Der Zustand der Welt hat sich aber durch die in unserm Zeitpuncte vorgefallenen Begebenheiten, aus der französischen Revolution hervorgegangen, und von dem Genie eines grofsen Mannes auf einen Standpunct gestellt, der dem Blicke der gewöhnlichen Politiker entrückt ist — ganz verändert! Häfen, die sonst für Frankreich wichtig waren, nämlich die Häfen von Toulon, Rochefort, l'Orient und Brest, sind es, wenigstens für den gegenwärtigen Moment, nicht mehr. Desto wichtiger aber sind die Häfen und Rheden am Canal, der Nord- und Südersee; insbesondere die *Häfen* von Cherbourg, *Boulogne*, *Calais*, *Dünkirchen*, *Ostende*, *Antwerpen*, *Vlissingen*, *Helvoet*, *Nieuwendiep*, *Medenblick und Amsterdam* (*), so wie die *Rheden* von Cherbourg, Vlissingen, Helvoet und des Maarsdieps. Und was man auch von der Ausrüstung, Bemannung und dem Manöver grofser Kriegsflotten und der Landungsflottillen sagen mag, so werden die damit verbundenen Schwierigkeiten gehoben werden können, da die Küstenländer Frankreichs nicht nur Schiffsbau-Materialien, sondern auch Matrosen, in hinlänglicher Anzahl liefern. Ja! es ist ein grofses Vorurtheil,

(*) Medenblick und Amsterdam sind wicktig, weil die Kriegsschiffe daselbst erbauet werden. Von *Amsterdam* können sie freylich über den *Pampus* nur vermittelst der *Kamele* bugsirt und getragen werden, wo sie dann beym Eilande *Urk* ihre Equipage erhalten!

dafs auf Flotten nicht andere geübte Seeleute, als solche, die auf Kriegsschiffen und Fregatten gedient haben, brauchbar sind! Das Manöver auf einem Schiffe mit der Takellage ist bald gelernt, und zur Fertigkeit gebracht; ja, die Seeoffiziere bilden sich fast in so kurzer Zeit, wie die der Landarmeen! Finden wir nicht in der Geschichte dieses begründet? Holland wufste z. B. 1639 eine Flotte aufzustellen, womit der Admiral Tromp, von der, gegen Schweden bestimmte spanischen, aus 67 Schiffen bestehende Flotte, 30 Schiffe verbrannte, und 16 eroberte. Fünf und zwanzig Jahre später zählte die Holländische Flotte 103 Schiffe, womit der Admiral Wassenaar die Englische, aus 114 Schiffen bestehende Flotte schlug. So lieferten die Holländer unter *Ruyter*, *Tromp* und *Wassenaar* von 1665 bis 1673 drey grofse Seeschlachten, worin sie siegten, wiewohl zuletzt die englisch-französische Flotte aus 150 Seegeln bestand. Also das auf eine kleine Küstenstrecke eingeschränkte Holland, welches nur von seinen Matrosen Gebrauch machen konnte, widerstand den Angriffen von Frankreich, Spanien und England, und jetzt sollte Frankreich nicht die Hülfsmittel aufbringen können, grofse Flotten im Canal zu stellen, und sie zu bemannen? Ueberhaupt hat die *Seetactik* mit der Landtactik vieles gemein. Ein Admiral, der kleine Flotten aus verschiedenen Häfen auslaufen läfst, liefert sie dem davor, oder auf der *Höhe* mit einer gröfsern Flotte kreuzenden Feinde! Stellt er sich in eine lange, mehrere Stunden ausgedehnte Schlachtlinie, wenn die feindliche Flotte in zwey Linien auf ihn einsegelt, wie diefs bey der gröfsten Seeschlacht unsers Jahrhunderts geschehen ist: so helfen freylich weder geschickte See-Offiziere noch geübte Matrosen. Endlich hängt das Manöver eines einzelnen Schiffes nur von der Geschicklichkeit des Schiffkapitäns, des See-Lieutenants, des Schiffers, des Obersteuermanns und Bootsmanns ab. Die Matrosen und Küstenfahrer lernen die Behandlung der Seegel sehr bald, da sie stets darin geübt werden; daher konnten die Holländer im XVII. Jahrhundert auch ihre, auf Kauffahrtheyschiffen gediente Matrosen und Küstenfahrer, auf der Flotte, gebrauchen. Doch diefs sey hinreichend, zur Widerlegung des Vorurtheils, dafs Frankreich nicht Seeoffiziere und Matrosen habe, die den Engländern gleich kommen könnten. Also sind es die französischen Häfen und Schiffswerfte am Canal, die den Engländern vorzüglich gefährlich werden! Diefs bewiesen auch die Anstalten, welche die Englischen Minister damals gegen eine Landung machten, als die Franzosen in die Häfen der Normandie, Calais und Dünkirchen platte Fahrzeuge versammelten, mit denen allein, ohne Flotten, diese Landung wohl schwerlich ausführbar gewesen wäre. Dennoch war das Englische Ministerium sehr besorgt!

§. 24. Wenn nun jeder Kriegshafen eine grofse und sichere Rhede vor sich haben sollte, so mufste zwischen la Hougue und Cherbourg die Wahl, der oben angeführten Rücksichten wegen, auf Cherbourg fallen. Wie sollte man aber diese Rhede bilden? Nur ein künstlicher Meerdamm konnte diese offene Rhede gegen die Angriffe des Feindes und der hohen Wellen des Meeres sichern! Ein hier angelegter

Damm könnte auch bey einem eben so unglücklichen Frieden, als der von Utrecht war, nicht mehr von der Kunst und menschlichen Kräften zerstört werden: denn er ist gleichsam den Gesetzen der Physik entzogen Daher verdiente auch diese Rhede den Vorzug vor der Anlage eines Hafens auf dem Flufse *Pontrieux*, wenn gleich derselbe eine hinreichende Tiefe, und einen sichern Ankergrund darboth; auch wäre derselbe zu nahe an der westlichen Mündung des Canals, wo schon der Hafen von Brest liegt: sie war also zu weit von den Häfen der englischen Küste entfernt. Ja! weder Ambleteuse, Boulogne, Dieppe noch Havre waren ihrer geringen Tiefe und ihrer Nähe an dem Pas de Calais wegen, zu grofsen Hafen-Etablissements geschickt. Dünkirchens-Bassin konnte nicht einmal Schiffe vom zweyten Range aufnehmen, und dann war seine Hafenstrasse, so wie sein Eingang zu seichte (*). Cherbourg hingegen biethet alle Vortheile dar, und beherrscht den ganzen Canal. Wenn man den Meerdamm bis zur Linie E F G (T. 58.) hinans gerückt hätte, so würde diese Rhede 85 Kriegsschiffe, ohne die Fregatten und Schaluppen zu rechnen, aufgenommen haben, und gegen alle Angriffe des Feindes gedeckt worden seyn; doch davon weiter unten ein Mehreres. Der Grund der Rhede besteht aus Thon und Lehm mit feinem Sande vermischt, ist daher zum Eingreifen der Anker vortrefflich. Hiezu kömmt noch: die erwünschte Tiefe für Kriegsschiffe und der Umstand, dafs der Damm so angelegt werden konnte, um mit den mehrsten Windstrichen in der künstlichen Rhede ein- und auslaufen zu können, und dafs endlich die Lage des Forts auf der Insel Pelée, ein anderes auf der Spitze von Querqueville, mit Hülfe eines zwischen beyden, auf hinreichend grofsen Abständen von ihnen, angelegten Meerdammes, die feindlichen Schiffe an der Verfolgung der französischen hindert (**). Die Rhede von la Hougue hingegen hat, bey ihrer sonst vortrefflichen Lage, den Fehler: dafs die Schiffe eine Stunde weit vom Ufer, d. i. vor den Spitzen von Gavandal und du Bac — du — Bec vor Anker gehen mufsten; daher, wie bereits gesagt ist, die tägliche Communication mit dem festen Lande, während der hohen Fluth,

(*) Der verstorbene Director der Ingenieur-Schule zu Paris H. Lamblardie hat zwar die Anlage eines Kriegshafens zu *Etretat* in der Normandie vorgeschlagen, T. 65.; da aber das Project zur Aufnahme einer grofsen Flotte nicht ausgedehnt werden kann, so sit es nicht angenommen worden. Nach demselben sollten zwey Hafendämme *a b* und *c d* angelegt werden; den Hafen selbst wollte Lamblardie mittelst eines Molen in zwey Bezirke A und B theilen, und in dieser ihrer Nähe ein Basin C anlegen. Eben so wenig scheint die Bucht von Colleville, an der Mündung der Orne, T. 65., zur Etablirung eines grofsen Kriegshafens geeignet, wenn gleich das Project des Ingenieurs Cachin, welches ich im 2ten Bande mittheilen werde, viel für sich hat, und für die Aufnahme einer kleinen Eskadre sehr vortheilhaft seyn wird.

(**) Die Forts von Pelée und Querqueville sind 1679 von Vauban entworfen, durch den Director des Genies zu Cherbourg H. de Caux 1780 angefangen. Da ihre Entfernung zu grofs war, und eine nicht zu vertheidigende Oeffnung zwischen denselben entstand, auch das Einlaufen feindlicher Flotten nicht verhindert werden konnte, so schlug H. de Caux vor: in der Mitte auf dem Meerdamm ein künstliches Fort 80 Fufs über den Meeresgrund anzulegen. Es sollte eine Oberfläche von tausend Quadrat-Toisen erhalten, und dessen Umfassungs-Mauern wollte dieser Ingenieur in Kästen erbauen, die 6000 Quadrat-Fufs zur Grundfläche, und 52 zur Höhe erhalten sollten. Siehe das vortreffliche Werk S. 173 von *Cessart*: Déscription des Travaux-Hydrauliques, Tomes II.

unterbrochen wird, und daſs der Küstenstrom des Raz von Barfleur und des vays von Isigny, die Lage der Kriegsschiffe unsicher macht. Alle diese Betrachtungen entschieden endlich für Cherbourg, und dem Marschall von Castries war es vorbehalten, diese groſse Unternehmung (1781) anzufangen.

Nach frühern Entwürfen, sollten östlich dem Felsen der Flammänder von W nach V, und von U nach der Insel Pelée (Tab. 58.), Steindämme aufgeführt werden, so wie von dieser Insel bis gegen S, und vor dem Fort du Hommet bey X. Dieser *Entwurf* hatte folgende wesentliche Mängel (*): 1) Blieb die Oeffnung zwischen X und S 1400 Toisen, also viel zu groſs, denn der Nordwestwind würde die Wogen in sie hineingetrieben haben, folglich wäre nur ein Theil der Rhede gedeckt gewesen. 2) Wäre die Rhede viel zu klein geworden: rechnet man nämlich die seichten Stellen ab, so hätten darauf in einer Entfernung von einer Kabeltau-Länge nur 20 Kriegsschiffe stationiren können, wenn sie auch in der Nähe der Oeffnung gelegt worden wären. Indeſs ruhete dieser Vorschlag, bis ihn der letzte amerikanische Krieg wieder in Anregung brachte; denn die Bedürfnisse und die Gefahr muſs immer den trägen Menschen und manche Regierung zu nützlichen Dingen zwingen. Der Schiffscapitän Bretonnier, einer von den Mitgliedern der ersten Commission, schrieb im J. 1777 ein Memoire, worin er die Vorzüge von Cherbourg gegen la Hougue entwickelte. Er schlug vor, eine Lieue ins Meer hinein, einen Meerdamm von 2000 Toisen Länge anzulegen; derselbe sollte drey Oeffnungen zu 400 bis 500 Toisen weite, nämlich eine Oeffnung in der Mitte und zwey auf den Seiten, darbiethen. Zu diesem Damme wollte er die Gründung aus alten Schiffsrümpfen, die mit Steinen gefüllt werden sollten, machen, und alsdann Steine darüber hinschütten. Man sah sehr bald ein, daſs die Ausführung hievon unmöglich war, indem man nicht so viele Schiffe hätte aufbringen können, als die Gründung eines solchen Dammes nothwendig erfordern muſste. Auch würde der Damm, nachdem er, dem Plan gemäſs, 18 Schuh unter den höchsten Sturmfluthen gelegt worden wäre, keine hinreichende Sicherheit für die in der Rhede stationirten Schiffe gegeben haben.

§. 25. Zu drey Oeffnungen, nämlich: zwischen dem Kap vor Querqueville und dem Puncte A (Tab. 58.) von 350 Toisen weite, zwischen B C von 400, und bey D von 515 Toisen, entschloſs sich 1782 das französische Gouvernement. Man setzte voraus, daſs dieser Damm einen solchen Raum einschloſs, daſs 80 — 100 Kriegsschiffe darin stationiren könnten, wiewohl nachher im J. 1791, nach dem Rapport an die Nationalversammlung, nur 35 bis 40 Linienschiffe darin Raum finden werden. Die Militäringe-

(*) Der Ingenieur Dillon in der Decade philosophique an IV. sagt: „Le projet de Vauban fut trouvé insuffisant, tant parce qu'l rétrécissait trop la rade, que parce qu'l ne contenait aucun *détail* de construction de la Digue.“ Dieses Detail hätten nun wohl die jetzigen französischen Ingenieure angeben können, und der Mangel desselben scheint mir kein Fehler zu seyn. Aus dieser Stelle sollte man indessen schlieſsen, daſs das von Belidor mitgetheilte Project wirklich von Vauban sey.

nieurs ihrer seits projectirten drey Forts: eines auf der Insel Pelée, das andere auf der spitze bey *Querqueville*, und das dritte von Hommet genannt. Das erstere sollte die östliche Durchfahrt, das zweyte die westliche, und das dritte die mittlere vertheidigen. Also drey Durchfahrten sollten es seyn, und der Meerdamm sollte zwey Abtheilungen *A B* und *C D* erhalten. Zu des Hafens vertheidigung waren überdies die Forts du Galet und du Longlet bestimmt. Auf des Eilandes Pelée Mitte lag auch noch ein Interims-Fort, welches uns die Karte als eine Batterie darstellt.

Da in Frankreich zu militärischen Anlagen, versuchen und spielereyen, das Geld, ohne umstände, öfters angewendet wurde, und die Cassen des Kriegsministers versorgt werden mufsten, sollten die des Ministers vom Innern auch leer seyn; so ward schnell zur Aufbauung der genannten Forts geschritten, *ohne dafs die beste Lage des Meerdammes ausgemittelt oder bestimmt war.* Diese Forts haben acht Millionen 600,000 Livres gekostet. Das Fort Pelée ist mit 120 Canonen besetzt. Das Fort du Hommet ist aufsen von Granit mit $\frac{1}{12}$ Böschung aufgeführt, und dessen innerer Theil von Thonschiefer und andern steinen; in demselben liegt die unterste Batterie acht Fufs über die springfluth, und über dieser liegen noch zwey andere Batterien.

§. 26. Die Richtung des Meerdammes ist nicht die befste, 1) weil sie die Rhede zu sehr einengt; denn diese fafst jetzt nicht mehr als 35 bis 40 Kriegsschiffe und Fregatten, wenn sie auf eine Kabeltaulänge Abstand liegen. 2) *Befindet sich zwischen der Insel Pelée und Querqueville der befste Ankergrund, und eine gleiche vortheilhafte Tiefe, und gerade dieser Bezirk ist vom jetzigen Meerdamm eingenommen.* 3) War die mittlere Einfahrt *B C* ganz überflüfsig und nachtheilig, denn sie vermehrte die wellenbewegung auf der Rhede, daher hat man sie auch nachher zugedämmt. Also ist nun auch das Fort du Hommet gänzlich unnütz geworden, so wie die Forts du Gallet und Longlet. Wird nähmlich eine französische Flotte auf der Rhede angegriffen, so mufs sie sich vor diesen Forts hinlegen, weil sie sonst nicht Raum hat. Anstatt diesen Küstenforts hätte man eine Citadelle auf den Anhöhen vor Cherbourg und der Insel Pelée, soviel als möglich, nördlich, und einige Forts auf den Bergen bey Cherbourg anlegen mögen, um jeder Landung und jedem Angriffe Trotz biethen zu können. Und es scheint die Ausführung der Entwürfe: bey dem alten Retranchement (3 *t*) eine Redoute anzulegen, auf den Anhöhen von Alloutes (4) und Couplets (5) Batterien zu errichten, eben so nöthig zu seyn, wie die Batterie (7) bey St. Anne, das Fort Danville (26) und das Fort Bretteville 27. 4) War die projectirte Direction des Meerdammes *A D* nicht zweckmäfsig gewählt: weil sie bey *A* einem Felsen *Z*, welcher nur 12 Schuh unter der ordinären Ebbe liegt, vorbey läuft. Auf diesen würden daher die Kriegsschiffe, zur Zeit der Vorfluth leicht gescheitert haben, weil er nahe bey der Einfahrt liegt, und da der Fluthstrom aus Nordwest kommend, in dieser Durchfahrt lebhaft seyn mufste. 5) Erhält der Meerdamm durch seine Lage den Angriff der Seebrandungen von mehreren seiten.

Was endlich noch zu bedauern und nicht wieder zu verbessern ist, das ist die Schmälerung der östlichen Durchfahrt bey der Insel Pelée, vermittelst des Kegels D. Für Kriegsschiffe ist sie nur 200 Toisen weit geblieben, welches immer zum Laviren (so weit in die See) bey hartem Winde, ein beschränkter Raum ist, und von dem man wenigstens noch 30 Toisen abziehen kann, weil der Seemann sich hüten mufs, nicht auf den Kegel D, oder auf die Felsen der Insel Pelée aufzulaufen. Ein Ingenieur, dem ich um die Ursache dieses Fehlers, den man doch leicht hätte vermeiden können, fragte, gab mir zur Antwort: dafs man diesen Kegel hier, und nicht westlich in Gegenwart des Königs defswegen versenkte; (die sechs folgenden Kegel standen damals schon) weil sonst der König von der Nachmittagssonne behindert worden sey, um dessen Versenkung gehörig zu seyn; denn er stellte sich auf den zweyten Kegel. So sonderbar sind öfters die Veranlassungen zu grossen Mängeln öffentlicher Anlagen. Hätte der König am Vormittage die Versenkung mit ansehen mögen, so würde diese Durchfahrt nicht geschmälert worden seyn. Er hätte sich auf den siebenten Kegel — dann der sechste — gestellt, und man würde den folgenden — oder den jetzigen achten, — versenkt haben. Ob zwischen der Insel Pelée und den Felsen der Flamänder die Durchfahrt, die jedoch nur für kleine Schiffe, während der Ebbe, eine Strafse darbiethet, nicht mit zwo gegenüberstehenden Dämmen, zur Abhaltung eines feindlichen Angriffes, eingeschränkt werden müsse, wage ich nicht directe zu entscheiden. Sey es nun, dafs andere Rücksichten oder Parthey, die Direction des Meerdammes zwischen der Insel Pelée und Querqueville bestimmten, genug, wir sehen es augenscheinlich in der Karte Tab. 58., wie die Ingenieure des Brücken- und Wegebaues, die Kegel meerwärts zu wenden bemüht waren, insbesondere an der Lage der zwölf östlichen Kegel! Der *Meerdamm hätte also dreyhundert Toisen meerwärts von E nach F und G gelegt werden müssen*, und zwar aus folgenden Gründen. 1) Hätte die Rhede alsdann die gröfste Flotte fassen könnten. 2) Konnten die Linienschiffe auf dem befsten Ankergrund — in dem Bezirke, zwischen der Insel Pelée und Querqueville — stationiren. — 3) Hätte der Meerdamm den Seewogen und dem Fluthstrome, der in westlicher Richtung aufläuft, die wenigstens Angriffpuncte dargebothen, ja die Schlagwellen wären senkrecht auf ihn angefallen, und der Fluthstrom längs ihm hingelaufen. 4) Die zwo Eingänge hätten hinreichende Weite (der östliche Eingang E 300, der westliche G 350 Toisen, für Kriegsschiffe vom ersten Range und Tiefe (30 bis 40 Schuh bey der Ebbe) erhalten, um durch dieselben bey allen Windstrichen und dem niedrigsten Meer zu laviren. 5) Die Puncte, auf denen man alsdann Forts hätte anlegen müssen, wären gewesen: a) die Anhöhe L bey der Bucht von Naqueville, b) die nördliche Spitze der Insel Pelée c) ein Halbcirkel-Fort auf dem Meerdamm bey F, nach Montalemberts Manier. Leuchtthürme hätte man in E und G auf dem Meerdamm, und zwey andere, einen auf der Insel Pelée, und den vierten auf den Pointes des

Fourgetes, anlegen können. Der Meerdamm müſste $\frac{1}{3}$ der Springfluth erreicht haben, um die Seewogen bey der Fluth zu brechen. Meerwärts wären drey Schuh und nach der Rhede nur zwey Schuh Böschung auf jeden Fuſs Höhe nöthig gewesen, um den Seebrandungen zu widerstehen, und des Dammes Gipfel möchte in dieser Hinsicht, die Breite von 18 Schuh erhalten haben. Die gröſsere Böschung hätte das Meer selbst schon gemacht. Da es hier der Steinbrüche und Felsen in Ueberfluſs giebt, so muſsten zu dem Meerdamme Steine von 350 bis 5000 Pf. schwer genommen werden, denn die kleinen Steine leisten nur einen schwachen und unzureichenden Widerstand und werden bald fortgewälzt. Hätte man nur erst einen kleinen Theil des Dammes über das niedrige Meer gebracht, so konnten von demselben aus die Steine herabgestürzt werden, ohne sich der Maschinen zu bedienen, denn die Steine wären durch den Anfall der Wellen in die Tiefe herab geworfen. Daſs die Wasserfläche, oder der Bezirk der Rhede, alsdann zu groſs sey, und hohe Wellen entstanden seyn würden, war nicht zu fürchten: denn sind nicht die Rheden von Vlissingen, Helvoet, Maarsdiep, Cadix, Neapel, Cronstadt, Coppenhagen, Brest und Toulon noch gröſser? und doch werden die Wellen auf den drey ersten Rheden nur von Sandbänken, die davor liegen, welche die Ebbe noch nicht erreichen, gemäſsigt. Um wie viel stärker müſste aber nicht der Meerdamm — zu $7\frac{1}{3}$ Fuſs über die ordinäre Ebbe reichend — die Ruhe der Rhede bewirkt haben? Grundwogen, die den Schiffen nachtheilig sind, konnten auf dieser Rhede gar nicht entstehen, weil die fortlaufende Bewegung der Wellen und ihre Oscillation durch den Meerdamm unterbrochen wurde, ja als im J. 1791 der Damm etwas über die Ebbe emporgestiegen war, verursachte bereits die Vorfluth in der Cherbourger Rhede keine hohen Wellen mehr. Und da der Unterschied zwischen der Ebbe und Fluth 22 Schuh beträgt, so würden die feindlichen Schiffe denselben niemals passiren können, wenn man ihn $7\frac{1}{3}$ Schuh über die Ebbe legt, wie hier vorgeschlagen ist. Selbst bey den hohen Sturmfluthen müssen die Wogen in der Cherbourgs-Rhede durch den Meerdamm sehr gemäſsigt werden. Endlich ist die Stationirung einer Flotte sehr vortheilhaft, wenn die Schiffe auf den gehörigen Abstand, d. i. wenigstens auf 900 Schuh, oder auf einer Kabeltaulänge vor Anker liegen: alsdann können sie sich nicht nur auf ihre vier Anker, bey Ebbe und Fluth, gut drehen, sondern, wenn bey Stürmen eines seine Anker schleppt, oder verliert, so kann es den übrigen Schiffen ausweichen. Also erheischte das Local, in hydrotechnischer und nautischer Hinsicht, eine gröſsere Ausdehnung der Rhede, da die jetzige nur 40 Linienschiffe wird aufnehmen können, und ich werde nicht zuviel gewagt haben, wenn ich meine Gründe, die nicht Tadel, sondern Prüfung sind, vorgetragen habe. Sie mögen berichtigt und widerlegt werden, und wenn nur die Wissenschaft, selbst durch solche Erörterungen, gewinnt, so ist meine Absicht erreicht.

§. 27. *Von der Construction des projectirten Meerdammes* E F G habe ich vorher im Allgemeinen gesagt, daſs er von Steinen hätte aufgeschüttet werden kön-

nen. In der That scheint diese Methode bey der Länge von 3000 Toisen; der Tiefe von 54 Schuhen; (nach seiner Höhe, die 7⅓ Schuh über die ordinäre Ebbe angenommen ist); der obern Breite von 18 Fuſs, also bey dem körperlichen Inhalt von 1296000 Cubiktoisen, keine andere Methode (in dem hochfluthenden Meere) einer Anwendung fähig zu seyn, wenn man sich nicht zu den untern Lagen der Sinkstücke, wegen Mangel des Holzes, bedienen könnte.

Jetzt möchte der bestehende Meerdamm von 2 bis Z zu verlängern seyn. An diesem letztern Puncte würde ich ihn endigen lassen, weil daselbst ein Felsrief 12 Schuh tief unter der Ebbe liegt, Roche - Chavagnac genannt. Auf diese Weise wird die westliche Durchfahrt eine Weite von 1854 Schuh erhalten, die zum Laviren der Kriegsschiffe groſs genug ist. Die gegenwärtige Weite von mehr als 6000 Schuh ist zu groſs; denn der Fluthstrom sowohl, als die nordwestlichen Seestürme ziehen durch dieselbe in die Rhede ein, und bringen diese zu hoher und unruhiger Bewegung, so daſs die Flotte auch dann nicht gegen den Angriff der Meereswogen und des Feindes gedeckt ist, wenn der Meerdamm von 2 bis D über die höchste Fluth aufgeführt seyn wird. Man hat jetzt nämlich die anfänglich mittlere Oeffnung B C mit einem Steindamm verschüttet, weil dieselbe die hohen Wogen in die Rhede einlieſs, und auch wegen der Vertheidigung nicht zweckmäſsig war. Es ist daher das Fort du Hommet nicht mehr so wichtig, als ehemals. Dadurch, daſs der Meerdamm D nur nach dem Puncte 2 geführt ist, und kaum die Höhe der Ebbe erreicht, sind die auf der Rhede stationirten Schiffe gegen feindliche Angriffe nicht gesichert; denn es kann sich eine englische Flotte dem Meerdamme so nahe legen, daſs sie die französischen Schiffe zu beschieſsen im Stande ist. Da der Fluthstrom von Nordwest kömmt, so können die feindlichen Kriegsschiffe in der zu groſsen Oeffnung, welche über 6000 Schuh weit ist, mit Hülfe dieses Fluthstromes einlaufen, und wie die Erfahrung zeigt, ungeachtet des Forts Querqueville die Schiffe auf der Rhede angreifen; denn das zahlreiche Geschütz der Kriegsschiffe hat über die Landbatterien ein groſses Uebergewicht. Es scheint daher die Verlängerung des Meerdammes bis zu dem Puncte Z, oder dem Felsen Chavagnac, so wie die Erhöhung des Meerdammes, ein Bedürfniſs zu seyn; Cessart in dem angeführten Werke, S. 31. und 32., ist gleichfalls der Meynung, daſs die, auf der Rhede stationirten Schiffe weder gegen den Anfall des Meeres noch gegen feindliche Unternehmungen gesichert seyen.

§. 28. Da ich in dem zweyten Bande die Construction der Kegel, welche in T. 58. dargestellt sind, näher beschreiben werde, so will ich nur noch Folgendes anmerken: Die mit der Ausführung eines Meerdammes zu einer Höhe von 50 — 60 Schuh verbundene Schwierigkeit war in der That groſs, und man schwankte in einem Zustande von Ungewiſsheit, bis der Generalinspector Cessart im Jahr 1781 mit seinen Kegeln auftrat. Er wollte 90 solche aus Balken construirte Körbe in der oben festgesetzten Richtung A. B. C. D. dergestalt versenken, daſs sie sich mit ihrer Basis

berührten. Jeder Kegel sollte an seiner Grundfläche 150 Schuh, und an seiner Oberfläche 60 Schuh zum Durchmesser haben, und über die Fluth hervorragen. Es sollten die Kegel mit Steinen gefüllt, und über der Ebbe ausgemauert und mit Granitblöcken bedeckt werden. Von einem Kegel zum andern wollte Cessart eine Kette ziehen, um den Eingang feindlicher Schiffe zu verhindern, indem sie 28 Schuh über das niedrigste Meer (*) reichen sollten. Jeder Kegel wurde zu 200000 Livres, ohne Füllmasse geschätzt. Bis zum Jahr 1789 hatten 18 Kegel 21½ Millionen Livres mit dem Steinwurf, gekostet. Sie liegen von 225—286 Toisen Abstand. Da bis zu diesem Zeitraum alle Kegel mit Ausnahme des östlichen, welchen man den 23. Juny 1787 versenkte, von den Seebrandungen zerstört waren; so mufsten sie abgesägt, und 1790 ein Steinwurf vor, zwischen und hinter den Kegeln, angefangen werden. Die Ausgaben beliefen sich bis zum Jahre 1791 auf 31½ Millionen Livres, und noch glaubte man 879684 Livres nothwendig zu haben, um den Meerdamm etwas über das niedrige Meer heraufzuführen; und nach den Rapport der Anfangs angeführten Comitée der Nationalversammlung, hatte man des Dammes äusserer Seite drey Schuh Böschung auf jeden Schuh Höhe gegeben, das Meer hatte diese aber dergestalt abgeflächt, dafs das Verhältnifs wie 1 : 10 geworden war. Diese letztere Summe ist daher bey weitem zur Beendigung der Unternehmung nicht hinreichend.

§. 29. Sonderbar und anmerkenswerth bleibt es auch noch, dafs die Beschreibung, welche Cessart in seinem Werke gegeben hat, beweist, dafs die Tiefenmessungen nicht mit der gehörigen Aufmerksamkeit angestellt worden waren, ohngeachtet nur dadurch die Gröfse der Rhede und die Maafsregeln zur Ausführung des Meerdammes berechnet werden konnten. Ja, nach dem oben angeführten Rapport waren im Jahr 1789 grofse Zweifel über die Gröfse des Raums, worin Kriegschiffe stationiren können, entstanden. Das Gouvernement ernannte daher zwey Commissionen, um die Tiefenmessungen vorzunehmen, wovon die eine die andere controlliren sollte; und das Resultat fiel wirklich dahin aus, dafs die Tiefenmessungen mit den ältern nicht übereinstimmten, und eine Tiefe von 25—43 Fufs bey der Ebbe in einem Raum statt fand, worin nur 40 Linienschiffe vor Anker liegen konnten. Die Kriegsschiffe legt man nähmlich auf eine Kabeltaulänge entfernt, d. i. auf 900 Fufs Abstand. Einige glaubten daher den Meerdamm über das hohe Meer zu erheben, welches enorme Summen gekostet haben würde, um auf diese Weise die Rhede sowohl gegen den Feind als die hohen Wellen zu schützen. Andere glaubten nur isolirte und die Fluth übersteigende Batterien auf den Damm anlegen zu müssen. Man hat diesen letztern Vorschlag in Anwendung gebracht, und in der Mitte des Dammes eine solche Batterie im Jahr 1804 errichtet, welche aber zerstört seyn soll. Wenn nun erwogen wird, dafs die feindlichen Bombardier-Gallioten den jetzigen zu niedrigen Meerdamm passiren, und die feindlichen Schiffe sich davor legen können; dafs die Erbauung eines Kriegsschiffes von 74 Kanonen eine Million Livres

(*) Der Unterschied zwischen der Fluth und Ebbe bey Cherbourg beträgt 22 Schuh.

kostet, folglich der Verlust von 10 Kriegsschiffen größser als die Vollendung des Dammes mit grofsen Steinblöcken bis zu dem Felsen Chavaignac und bis $\frac{1}{3}$ der Fluthhöhe, seyn dürfte, so möchte wohl die Vollendung des Dammes räthlich seyn. Diese hohe Lage desselben wird nähmlich das Stationiren einer feindlichen Flotte in seiner Nähe verhindern; denn, indem die See an die vordere Böschung des Dammes anrollt, mufs nothwendig eine so grofse rückwallende Bewegung in der Oberfläche des Meeres (nicht weit von dem Meerdamm) entstehen, so dafs die feindlichen Schiffe Gefahr laufen würden, ihre Anker zu verlieren, oder auf den Meerdamm geworfen zu werden, den selbst die Fregatten seiner Höhe wegen nicht passiren können. Doch ich werde noch einmahl auf diese wichtige Unternehmung in dem zweyten Bande zurückkehren, und bemerke von dem Hafen von Cherbourg nur noch Folgendes: dafs 1) der verewigte Generalinspector Cessart als ein Mann von Genie um die Anlage des Meerdammes sich sehr verdient gemacht hat, und 2) dafs zwischen den Bassins N und O (s. Grundrifs von Cherbourg T. 58.) die, von dem Ingenieur la Veyne 1736 erbaute Schleuse liege. 3) Seitwärts am Hafen N sollten zwey Spühlschleusen, zur Reinigung der Hafenstrasse angelegt werden. 4) Zum Spühlen des Hafens sind unter dem Strassenpflaster nahe bey der grofsen Schleuse zwey Wasserleitungen mit Schutzbrettern, die aufgeschroben werden, angelegt. 5) Jetzt liegt noch an der Seite des Hafens eine Spühlschleuse von 18 Fufs Oeffnung, mit drey Drehthoren, die in der Mitte an einen Pfosten anschlagen. 6) Die Hafendämme sind, nachdem sie von den Engländern zerstört waren, von neuem aufgeführt, und die Hafenstrasse hat eine Weite von 120 Fufs erhalten. Schade, dafs diese trefflichen Bauwerke noch nicht vollendet sind. Der neue projectirte Kriegshafen bey Cherbourg, welcher zwischen den Forts du Gallet und du Hommei angelegt werden soll, wird wohl zwey Meerdämme — von beyden Forts abgehend und einen Bogen bildend, erhalten!

§. 30. *Der Hafen Nieuwen-Diep oder das Neue-Tief* T. 47. *Dieser an der Spitze von Nordholland* T. 45. *am Maarsdiep liegende Seehafen*, kann gegenwärtig zu den wichtigsten Häfen des französischen Reiches gezählt werden, da er in mehr als einer Hinsicht für Frankreich von dem gröfsten Nutzen ist. Er war schon für Holland nothwendig, als die Häfen an der *Maas*, wegen der in diesem Flusse entstandenen Versandungen, für die Kriegsschiffe unzugänglich geworden waren, ein dringendes Bedürfnifs, welches aber erst i. J. 1780, als die Republik sich in einen Seekrieg verwickelte, erkannt wurde. Das holländische Gouvernement war demnach genöthigt, zur Anlage eines für Kriegsschiffe sichern und bequemen Hafens, ernstliche Maafsregeln zu ergreifen; insbesondere da die im Maarsdiep und zwischen Nordholland und der Insel Wieringen stationirten Schiffe aller Art, den Windstössen und Eisgängen je mehr und mehr blofsgestellt wurden, desto tiefer die Mündung des Maarsdieps ward, und desto mehr die vor dem Eilande Texel liegenden Sandbänke, und die darauf befindlichen Dünen abnahmen. Vorher zwischen 1778 und 1780 hatte man öst-

lich den *ouden-schild* T. 45. für die kleinen schiffe, einen hafen angelegt, der aber nicht grofse kauffahrer, viel weniger kriegsschiffe, aufnehmen konnte.

An der südlichen seite des *maarsdieps* und des *vlie-stromes* befinden sich zwey tiefe rinnen in den grofsen sandplatten: nähmlich das *veer-* oder *oude-dieper-swin* T. 44., und das *Nieuwe-diep* (neue tief) T. 47., ohnweit dem dorfe Helder gelegen. Die im herbste 1780 zur aufsuchung eines sichern ankerplatzes für kriegsschiffe abgeordnete commission glaubte die erstere rinne, (das oude-dieper-swin) welche 4 bis 6 faden wasser hatte, dazu vorschlagen zu müssen, ohne zu bedenken, dafs ihm die wesentliche eigenschaft zu einem guten ankerplatz fehlten. Um in und aus dieser rinne zu kommen, mufsten nähmlich die kriegsschiffe ihr geschütz ausladen, wodurch die schnelle ausrüstung einer flotte unausführbar war, und andern theils wären darin die schiffe gegen einen bey nordwestlichen winden vorgefallenen eisgang nicht gesichert gewesen; endlich hätten die seefahrer verschiedene windstriche nothwendig gehabt, um von den seemündungen des texels zu diesem bergeplatz zu gelangen. Dagegen entsprach das *Nieuwe-diep* allen erfordernissen der seefahrer und der hafenbaukunde! Die Ingenieure *Brunings*, *Goudriaan*, *Den-Bergen* und *Harge*, so wie der equipagenmeister *Mey*, erhielten am 20. April 1781, den wichtigen auftrag: das Nieuwe-diep genau zu untersuchen, und die art und weise, wie darin ein, allen absichten entsprechender, seehafen angelegt werden könne, vorzuschlagen. Indem diese Männer von dem grofsen gegenstande ihres auftrages durchdrungen waren, legten sie im July 1781 den entwurf vor. Da das Nieuwe-diep während der ebbe zu seichte war, um 20 bis 24 fufs tief gehende kriegsschiffe aufzunehmen, indem es einen zu geringen strom aus der südersee empfieng, und der fluthstrom des Nieuwe-dieps mündung vorbey strich, weil er darin nicht, ihrer profile wegen, eintreten konnte, wohl aber sich über die grofse sandplatte, die man den *zuidwaal* nennt, ausbreitete, so war von dessen austiefungs-effect wenig zu hoffen. Und wenn gleich die aus dem Maarsdiep kommende springfluth beym nordwest- nord- und nordost-winde, sich über diese sandplatte (über die zuidwaal) sechs und mehrere schuh hoch auslief, so flofs doch sowohl von dieser fluthmasse als von der sich über das sogenannte *schooterveld*, der *quelder-vlakte* und dem *Koegras*, ausgebreiteten und in die südersee aingetretenen, ein geringer theil (während der ebbe) zurück durch das Niewe-diep, sondern bey weitem die gröfste wassermasse nach dem *Balg* (T. 45.) und über die *Harsens* in das *Maarsdiep*. Es mufste daher die commission dem Nieuwe-diep einen gröfsern ebbestrom zuzuführen suchen, um darin mit demselben eine vertiefung zu bewirken; der ausdehnung des von der südersee kommenden ebbestromes über den Balg und in das Maarsdiep mufste also durch feste bauwerke gewehrt werden, damit er durch das Nieuwe-diep selbst flöfse (*). Da aber im voraus nicht mit sicherheit berechnet

(*) Ich will hier zu der ersten Auflage die weitere beschreibung liefern; welche ich aus dem Holländischen nach dem Manuscripte des verewigten wasserbauinspectors Conrad übersetzte.

werden konnte, wie grofs der Ebbestrom seyn müfste, den man durch das Nieuwen-Diep zu führen hätte, um dadurch eine hinlängliche Kraft auf das Bett auszuüben (durch welche man nur die nöthigen Vertiefungen erzeugen konnte): so schlugen die zu Rathe gezogenen Ingenieure vors erste vor: auf der abhängenden Oberfläche der *Zuidwaalplatte* (T. 47.) einen hinreichend starken Faschinendamm (*Vangdamm* genannt) zu legen. Dessen Krone sollte in der Mitte bis zu oder eben über die Höhe der ordinairen Fluth reichen. Wenn es nöthig wäre, so sollte derselbe, um das Auslaufen des Sandes zu verhindern, mit einer Reihe Dammplanken (Schoeyplanken) versehen werden. An der Aeussern- und Innern-Seite sollte er mit Ziegelgraus beschüttet, und auf diesen sollten grofse Ballaststeine (Kaysteine) gelegt werden, Dieser *Schöpfdamm* sollte eine Länge von 7200 Fufs erhalten (*). Sobald man nun aus dem Effecte dieses Werkes würde schliefsen können, eines Theils, ob es auf dem losen Sandgrunde gegen Eisgang und Wellenschlag bestehen könnte, und andern Theils, wie grofs die Wassermenge sey, welche dasselbe zur Verbesserung des *Nieuwen-Dieps*, einleite, um alsdann mit mehr Sicherheit zu bestimmen, nach welcher Direction dasselbe zu verlängern sey, damit es weder zu viel noch zu wenig Ebbestrom in das Nieuwe-Diep führe: so mufste dann zur allgemeinen, und zur individuellen Verbesserung der Mündung ein starker Faschinendamm (genannt *Leidamm*), bis über der ordinairen Fluth, 1800 Fufs lang, aufgeführt, und mit Ziegelgraus und Ballaststeinen belegt werden. Diese Bauwerke sollten also den Ebbestrom des Nieuwen-Dieps vergröfsern, und ihn, indem sie ihn einschränken würden, mit einer vermehrten Geschwindigkeit durchführen. Um dieses Stromes Effect zu erleichtern, sollte man auf den vorzüglichen Untiefen den Sand mit Bagger- oder Vertiefungs-Maschinen, (holl. *Krabbelaars* genannt), beweglich zu machen suchen. Zugleich wurde bemerkt, dafs es in der Zukunft nöthig werden könne, die in Abbruch kommenden Ufer seitwärts des *Jagdhafenhöfde*, mit zweckdienlichen Werken zu decken.

Dieses Project ward nicht nur in allen Theilen genehmigt, sondern es wurde auf der Stelle zu dessen Ausführung Ordre gegeben, so dafs bereits am 5. Sept. 1781, beyde oben genannte Dämme, zusammen 900 Ruthen lang, für die Summe von 348500 Gulden in Entreprise gestellt wurden. In sofern nun diese Bauwerke einer vorzüglichen Gefahr unterworfen sind, und ihre Construction von besonderer Art ist, so schmeicheln wir uns, dafs die nähere Beschreibung davon nicht überflüssig seyn werde; ich theile sie also hier in der Kürze mit.

§. 31. Die Construction des *Leitdammes* (Leidammes T. 47.) war diese: 1) Er wurde, da wo man eine hinlängliche Tiefe fand, mit Sinkstücken bis zur Höhe der ordinairen Ebbe verfertigt; das unterste Stück ist so gemacht worden, dafs es auf 3′ unter der ordinairen Fluth eine Breite von 72′ erhalten hat, und dafs das Werk auf

(*) So wie bey allen holländischen Wasserbauten ist in dieser Beschreibung rheinländisiches Maafs verstanden, wenn ich nicht ausdrücklich ein anderes angebe.

beyden seiten einen Fuſs Dossirung auf jeden Fuſs-Höhe bekam. Jedes Sinkstück ist 3 bis 4′ dick, und das unterste, vor dem Norder-Ende des Werkes, ist 36′ vor dem nachfolgenden zweyten vorausgelegt worden. Die übrigen Sinkstücke wurden dicht neben einander gesenkt, auf jede Quadratruthe, mit einer halben Last Nordischer- oder Brabandischer-Steine, und mit einer Last Ziegelgraus beschwert. Das ganze Werk wurde so 3′ unter der ordinairen Fluth gebracht, und mit Ziegelgraus überschüttet. Darauf legte man dergestalt eine Lage Busch, so daſs das Werk eine tonnenrunde Oberfläche erhielt, und dessen Mitte 1′ und die beyden Enden 3′ unter der ordinairen Fluth zu liegen kam. Diese Buschlage ward dann mit Verzäunungen in einer Entfernung von 2′ befestigt, und diese Faschinenlage wurde wieder mit schlecht gebackenen Ziegelsteinen oder Ziegelgraus (Brick of wanbakken steen) bis zur Höhe der Verzäunungen überdeckt, worauf man endlich groſse Steine regelmäſsig aufsetzte. Von diesen letztern wurden auf die Ruthen Länge 45 Last gebraucht. Nach dieser Construction ward, von dem Norder-Ende an, eine Länge von 3600′ im Jahr 1782 aufgeführt; jedoch erhielten die letzten 2085′ von P an bis gegen 14 (T. 47.) nur eine Breite von 48 Fuſs.

Der 7200′ lange Fangdamm (Vangdamm) wurde des allzulockern Sandes wegen so aufgeführt. In seiner Mitte rammte man 4 bis 5 Zoll ins Quadrat starke Pfähle, 5′ tief ein. Alle 6 Schuh kam ein solcher 9′ langer Pfahl mit seinem Kopfe der ordinairen Fluth gleich zu stehen. Sie wurden an der Nordseite mit einer 4 bis 5 Zoll starken Einkerbung versehen, worin die Gurtplanken gelegt wurden, welche 24′ lang und also in vier Pfählen zugleich mit eisernen Spyckern befestigt wurden. Vor diesen horizontalen Gurtplanken trieb man (vor der nördlichen Seite) $1\frac{1}{2}$ Zoll dicke und 11 Zoll breite tannene Planken. Sie waren 7′ oder so lang, daſs sie wenigstens 3′ tief in den Grund eingetrieben werden konnten. Jede Planke ward dann wieder mit drey Spykers an die Gurtplanken festgenagelt. An jeglicher Seite dieser Pfahlwand ward eine Lage Busch 18′ breit gelegt, die mit Verzäunungen befestigt wurden.* Man überschüttete diese Buschbetten (*) dergestalt mit Ziegelgraus, so daſs die Mitte des nördlichen auf einen Fuſs, des südlichen 6 Zoll, und die äuſsern Seiten von beyden 3 Fuſs unter der ordinairen Fluth zu liegen kamen. Ueber dieses Werk wurden schwere nordische Ballaststeine so regelmäſsig als möglich aufgesetzt (**). Da für die Süderseite der Wellenschlag weniger gefährlich seyn konnte, so wurde sie nur bis auf sechs Fuſs breit mit Ballaststeinen gedeckt, welche zwischen zwey Paar Verzäunungen zu liegen kamen, das eine Paar nahe an der Mitte, das andere am Fuſs des Werkes. Der Zwischenraum ist mit Bricksteinen, dem groſsen Steinlager gleich, be-

(*) Da wo der Grund, nach der Fluthhöhe zu hoch war, wurde er so weit ausgeworfen, damit eine Lage Busch eingesenkt werden konnte.

(**) Ich muſs bemerken, daſs alle die Arbeiten am Nieuwen-Diep so auch dieſs Aufsetzen der Ballaststeine, von denen einige tausend Pfund wiegen mögen, mit der gröſsten Sorgfalt ausgeführt worden sind.

schüttet. Als man während der Arbeit gewahr ward, dafs der Strom den Grund vor der Pfahlwand wegspühlte, so wurde erst ein Buschbett gelegt, und durch dasselbe trieb man die Pfahlwand, wie wir sie beschrieben haben, ein. Wenn gleich manche Hindernisse eintraten, dafs die Brabantischen Steine, nicht herbeygeschafft werden konnten, so wurden doch im Oct. 1782 die beschriebenen Bauwerke vollendet, deren günstige Wirkung schon vorher, im August, kennbar war. Des Ebbestromes Gewalt im Nieuwen-Diep war nähmlich dergestalt vergröfsert worden, so dafs das Bett in der Mündung, ungeachtet es 2 bis $2\frac{1}{2}$ Fufs tief aus Klay, und tiefer aus Moorgrund mit Sand vermischt bestand, dennoch 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fufs tiefer geworden war.

Dieser Wirkung sollten noch die Austiefungsarbeiten mit Maschinen zu Hülfe kommen, die Kälte untersagte sie; aber im Frühjahr 1783 wurde der zähe Grund desto erwünschter mit solchen Austiefungsmaschinen (Krabelaars) locker gemacht, und so erleichterte man es dem eingeengten und verstärkten Strome, in der Mündung eine Rinne auszuhöhlen, die 19 und mehrere Fufs Tiefe hatte. So würde also das Nieuwen-Diep in kurzer Zeit fähig gemacht worden seyn, armirte Kriegsschiffe aufzunehmen, hätte sich nicht noch zwischen der bis zur *Hand* (T. 47.) gehenden tiefen Mündung und einer andern durch die Bauwerke hervorgebrachten Rinne, die 170 Ruthen von der *Hand* entfernt war, oder die gegen das *Middelhoofd* anfieng, eine Untiefe gefunden. Diese mufste also in Form einer Rinne abgeflächt werden. Da sich aber a priori nicht bestimmen liefs, ob man mit dem vorhandenen Strom und seiner Geschwindigkeit im Stande seyn könne, eine solche Austiefung zu bewirken, oder in wie fern künstliche Hülfsmittel die Vergröfserung des Profiles hervorbringen würden, und darüber die Erfahrung entscheiden mufste, so entschlofs man sich zur Ausbaggerung der 2040 Fufs langen Rinne, auf 18 Amsterdammer-Fufs unter der niedrigsten Ebbe, in einer Breite von 120 Fufs. Würde alsdann der Hafen nicht nur allein diese Rinne erhalten, sondern der Strom noch deren Profil vergröfsern, so konnte man mit Recht schliefsen, dafs der Strom eine hinlängliche Geschwindigkeit, um die Austiefung zu bewirken, hätte. Beym Gegentheil mufste sie durch Vergröfserung und Einengung des Stromes noch mehr vertieft und erweitert werden.

Die zu Rath gezogenen Wasserbaukundige schlugen jetzt noch einen Leitdamm T S (T. 47.) (*Boven Leitdamm*) von 1608 Fufs lang über die *Schooter-Vlakte* vor, um dem Strome eine zweckmäfsige Bahn zu geben, andern Theils die Schiffe gegen Eisgang zu sichern. Zu diesem Ende wurden auch sieben Duc d'Alben (*), welche auf T. 47.) rund gezeichnet sind, längs dem grofsen Leitdamme eingerammt. Nachher sind derer noch mehrere, und unter andern 1789 die meisten errichtet worden. Diese Bauwerke wurden den 20. July 1783 für 99800 Gulden in Entreprise gegeben. Der *Leitdamm*

(*) Die Duc d'Alben, welche hier (T. 47.) durch runde Zeichen angedeutet sind, deren allein 18 in dem Leitdamme stehen, sind aus fünf schrägen Pfählen, und einem perpendiculairen (von jenen unterstütztem Pfahle) woran die Schiffe vermittelst Taue angelegt werden, gebildet (T. 48.). Wenn ich recht berichtet bin, so sind diese Duc d'Alben 22 Fufs tief in den Grund eingerammt.

wurde nach der nähmlichen Methode construirt, die wir bey dem *Fangdamme* beschrieben haben. An seiner Wurzel erhielt er gleiche Höhe mit dem Terrain, dessen Spitze ward der ordinairen Fluth gleich gelegt.

§. 32. Inzwischen vermehrte sich — seit der Anlage der neuen Werke — die Tiefe vor dem *Jagdhavenhoofd* von 25 zu 26⅞ Fuſs. Da die Pfähle desselben schon lange gestanden, und nicht tief genug in dem Grund steckten, so wurde vor ihnen ein neues Pfahlwerk, 14′ tief, eingerammt und, um aller Gefahr zu begegnen, ward dessen Vorboden mit Sinkstücken gedeckt.

Die Ausbaggerungsarbeiten, vermittelst welcher man eine Tiefe Rinne hervorbringen wollte, förderten wegen der Saumseligkeit des Annehmers schlecht, und im Dec. 1785 muſsten sie einem andern übertragen werden. Er erhielt sie unter der Bedingung, daſs wenn drey Monathe anhaltend gearbeitet wäre, und doch keine beträchtliche Tiefe bewirkt worden sey, er der Entreprise entledigt seyn, und nach Maaſsgabe der bewirkten Austiefung bezahlt werden sollte.

§. 33. Zur Sicherheit der Schiffe, und zur Bequemlichkeit der Seeleute, wurden im Sommer 1784 zwey *Anlege-Höfter*, woran nähmlich die Schiffe sich anlegen, (das Middel- und Hellinghoofd) von Pfahlwerk gebauet. Das nördliche Höft (Middelhoofd) erhielt eine Länge von 192, das südliche von 144 Schuh. Die Kosten beliefen sich auf 34150 Gulden. Diese Höfter sollten vorzüglich das Profil des Hafens schmälern, und also die Geschwindigkeit, oder das Vermögen des Stromes, vergrössern; mithin nicht nur die durchs Ausbaggern gemachte Rinne erhalten, sondern noch erweitern und vertiefen. Welchen Effect die vor ihnen vor Anker liegenden Schiffe nicht wenig befördern muſsten. Dieser zeigte sich auch bereits im Oct. des nähmlichen Jahrs; der Strom wurde allmählig längs dem Jagdhafenhoofd geleitet, und vermehrte in dieser Richtung die Tiefe — selbst in des Hafens Mündung.

§. 34. Die *construction dieser Höfter* war diese: 1) wurde die Basis dieser Höfter mit drey Fuſs dicken Sinkstücken, jedes 5 Ruthen lang, bedeckt. Durch diese wurden die Pfähle in einer schrägen Stellung, ¼ Fuſs Abweichung von der perpendiculairen Linie auf jeden Fuſs Höhe, eingerammt, so daſs von den Sinkstücken an den Seiten sowohl als an der Fronte 2 bis 3′ hervorragte. Jede Quadrat-Ruthe (144 Q. S.) Sinkstück ward mit 7½ Last Ziegelgraus beschüttet, damit das gesammte Werk hinlänglich belastet, auf den Grund gedruckt wurde. Die Solidität des Werkes zu vergröſsern wurden noch zwey Reihen eichene groſse Pfähle, jeder Pfahl 12′ von dem andern, in der Fronte aber nur 6′ entfernt, eingerammt. Die Pfähle stehen 7′ über die ordinaire Fluth.

Alle die Pfähle dieses Höftes erhielten des Seewurms wegen eine Bleybekleidung, von der ordinären Fluthhöhe an bis einen Fuſs in den Grund hinein, Zu diesem Ende ward jeder Pfahl behauen und rund gehobelt. Am untern Ende wurde die Bleydecke ¼ Zoll in den Pfahl eingelassen. Die Bekleidung geschah mit 5′ langen Bleyplatten,

die so breit waren, dafs eine jegliche nicht nur die Rundung des Pfahls ausmachte, sondern solche noch zwey zoll übertraf, damit sie so viel übereinander geschlagen werden konnte. Die Nath und der jedesmalige Anfang einer Platte wurde mit gehärteten plattköpfigen Spyckers von Kupfer auf 1½ zoll Entfernung beschlagen. Jede untere Platte wurde zwey zoll über die obere hingelegt, und da, wo es nöthig war, schlug man noch aufser der beschriebenen Reihe, solche Spyckers ein. Diese Bekleidung wurde nun mit 1½ zoll dicken Tauen oben und unten, und wo die mit Spyckers beschlagenen Bleyplatten übereinander gelegt waren, umwunden, nämlich an jeder stelle mit zehn umwindungen, wovon jede, nachdem sie aufs möglichste angezogen war, mit Spyckers befestigt wurde. Zwischen den genannten langen und kürzern Pfählen wurden noch andere Mittelpfähle, drey Fufs von einander, auf 4′ Pegelhöhe (4′ über die tägliche Fluth) eingerammt, welche aber nicht mit Bley bekleidet sind. Sie stehen 10 bis 12′ in dem festen Grund. Das ganze Pfahlwerk ist noch von aufsen und innen mit eichenen horizontalen Gurtplanken verbunden, welche mit eisernen Schliefsbolzen an jedem Pfahl, wodurch diese gehen, befestigt sind. Gegen die östliche oder äufsere seite der grofsen Rammpfähle sind oberhalb, über die Breite des Höftes, Koppelhölzer gelegt, welche vor den Gurthölzern, worin sie drey zoll tief eingezapft sind, hervorstehen. An diesen sowohl, als an den Rammpfählen, hat man sie mit eisernen schliefsbolzen befestigt. Auch gegen die östliche oder äufsere seite der Mittelpfähle sind, von 30′ Entfernung, solche Koppelhölzer gelegt, und nach oben beschriebener weise befestigt. Auf die obere Gurtung sind zwischen jedem Koppelholze noch Balken gelegt worden, von der Länge, dafs sie der äufsern Kante der Gurtung gleich liegen. Jeder Balken ist mit vier eisernen Spliefsbolzen, von oben an die Gurtplanke befestigt. Endlich wurden noch unbekleidete Schorpfähle vor dem Höfte eingerammt, uud die ganze Breite des Werks mit 30′ langen, 2 zoll dicken, und 11 zoll breiten Planken belegt, und zwar 1½ zoll auseinander. Da wo ihre Enden zusammen kommen, sind sie entweder auf die Koppelhölzer, oder auf die Zwischenbalken, und dann noch auf jeden Queerbalken mit 5 zoll langen Spyckers angetrieben und befestigt worden.

§. 35. *Die Vertiefung des Nieuwen-Dieps zu befördern, dazu waren indessen noch andere Bauwerke nöthig.* Obgleich die Ausbaggerungsarbeiten der oben erwähnten Rinne durch den letztern Entrepreneur mit mehr Emsigkeit betrieben wurde, so förderten sie doch sehr wenig. Indessen liefs sich schon aus der Form des ausgetieften Bettes schliefsen: dafs der strom nicht Geschwindigkeit genug habe, um die gemachte Rinne zu erhalten, noch viel weniger sie zu erweitern und zu vertiefen. Denn obschon die ausgebaggerten 2260 Schachtruthen (jede Ruthe zu 144′) Materie eine Tiefe von 15,9 zoll bewirkt haben sollten; so fand man sie nur 9,29 zoll im Durchschnitt. Es war also nur zu gewifs: dafs der strom nicht nur nicht fähig war, eine gröfsere Tiefe zu machen, sondern dafs sich noch während der Arbeit 944 Schacht-

ruthen Material wieder gelagert hatten. Sonach mufste man also den strom verstärken, das ist, dessen Geschwindigkeit vermehren. Diesen grofsen und wichtigen zweck zu erreichen, schlugen die wasserbaukundigen, nachdem sie die nöthigen Tiefenmessungen und andere untersuchungen hatten vorangehen lassen, vor. Erstens: den *Fangdamm* bis *R* auf 2400′ zu verlängern, und um die umbiegung *R* des stromes vor seinem Ende zu verhindern, sollte dessen weitere verlängerung *R U* (*) unter einem winkel von 35 Graden von ihm ab auf den Thurm von westerland (auf dem Eilande wieringen) hundert Ruthen lang aufgeführt werden, welches auch 1785 geschehen ist. Dieses dreyhundert Ruthen lange werk hat 119000 Gulden gekostet.

§. 36. Nicht nur die krumme Bahn des Nieuwendieps, sondern die Ausbreitung des stromes, welcher durch die enge Mündung in das erweiterte Bett flofs; dann auch das weite Profil, retardirten die Geschwindigkeit, und so ward denn die Beengung der Profile nöthig. Sie sollte zwischen dem Leitdamme und der punctirten Linie 420′ betragen. Aus diesen angeführten Beweggründen durfte man einer andern Rücksicht nicht Gehör geben: nämlich die weite des Hafens zu vergröfsern: denn des stromes Gewalt, das ist, seine Geschwindigkeit mufste so stark seyn, damit er die nöthige Tiefe bewirkte und unterhielt. Doch man konnte ja hier an der Länge des Hafens, um seinen Raum zu vergröfsern, zusetzen, was man nothgedrungen von der weite abnehmen mufste, und diefs letztere ist auch geschehen, wie wir noch zeigen werden. Den strom regelmäfsig zu leiten, einzuengen, und dessen Geschwindigkeit zu vermehren, s. §. 35. Flufsbauk., mithin sein Bett zu vertiefen, wurden also im Jahre 1781 noch folgende werke aufgeführt. 1) Verlängerte man den *Boven - Leidam* an seinem untern Ende 336′ bis zu der punctirten Linie, welche die künstliche Gränze des stromes bildet. 2) Legte man die drey Höfter, *C*, *B* und *A* auf 516′ Abstand an, und zwar rechtwinkelig auf diese Gränze. 3) der Biegung des grofsen Leitdammes gegenüber, wurde das lange Hoofd, 72′ nördlich dem Pfahle *A*, dessen Richtung den Endpunct *ϱ* des *Leitdammes* trift, und dessen spitze bis zu jener stromgränze geht, erbauet. 4) Ward das *Sluithoofd*, parallel mit dem *Hellinghoofd*, anschliefsend an dem hohen Aufsenlande oder an seiner wurzel 2′ über die ordinäre Fluth hoch und endigend an die künstliche Gränze, wo es der Ebbe gleich liegt, aufgeführt. Um zwischen den letztern werken einen wasserzug zu verhindern, wurden dieselben mit dem *Abschlufsdamm* (*Sluitdamm*) verbunden.

Ungeachtet der Anlage dieser werke, welche 62000 fl. kosteten, und die schon im september 1785 vollendet waren, wurde das Ausbaggern mit Maschinen nicht versäumt (**). Die Dimensionen und die construction der verlängerung des grofsen Fan-

(*) Der grofse Fangdamm ist auf den Thurm von *Oosterland* (Tab. 45.) gerichtet.

(**) Der Schlick, welcher zwischen den drey hölzernen Anlegehöftern niedersinkt, wird zwischen dem Hellinghoofd und Sluithoofd, längs dem Vorlande, zu einem Schlickdeiche aufgekarrt, der bereits 8 Fufs über die ordinäre Fluth liegt. Dafs bey dem Middelhoofd das Bett aufschlickt, ersieht man sehr

gedammes über den *zuidwaal* sind die nämlichen, wonach der gröſste Theil dieses Dammes aufgeführt ist, die wir beschrieben haben, und ich will also nur die Construction der neuen Höfter erwähnen. Sie sind nämlich, gleich wie der groſse Leitdamm, in der Tiefe mit Sinkstücken bis 3′ unter der ordinären Fluth aufgeführt. Auf beyden Seiten erhielten sie $1\frac{1}{2}$ Fuſs Dossirung auf den Fuſs Höhe, und eine Breite von 21 Fuſs. Alsdann wurden sie weiter aufgebauet, so daſs ihre Oberfläche, eine tonnenrunde Form erhaltend, $1\frac{1}{2}$ Fuſs über die gewöhnliche Fluth empor ragte, und eine Breite von 12′ behielt. Wo der Grund über das Wasser hervorlag, wurde er so tief ausgegraben, um eine Lage-Busch einzusenken. Die Buschlage ist an beyden Seiten und in der Mitte mit zwey Verzäunungen, und zwischen diesen mit Wippen befestigt worden. Der Raum in den Verzäunungen ist mit Ziegelgraus, der in den Wippen mit Sand oder andern vorhandenen Material ausgefüllt worden? Die Krone des Werkes ist ganz mit Zäunungen überzogen, und jede Quadratruthe mit zwey Last Ziegelgraus überschüttet.

§. 37. Der Effect dieser im Jahr 1785 aufgeführten Werke (nämlich die Verlängerung des *Fangedammes* und des *Boven-Leidammes*, so wie die fünf Höfter) äusserte sich bereits im folgenden Frühjahre so günstig: daſs das Bett des *Nieuwendieps*, zwischen dem *middelhoofd* und dem Hoofd *c*, wo die gröſste Untiefe statt fand, sehr anmerkenswerth vertieft worden war. Diese Wirkung bewies ferner, wie sehr die Bauwerke einer gesunden Theorie und einer geläuterten Erfahrung entsprachen. So sicher nun indessen in Rücksicht des erfolgten Effects auf eine fernere Austiefung gerechnet werden konnte, so war doch nicht a priori zu bestimmen: *in welcher Zeit* diese oder jene Tiefe erfolgen würde, da die Festigkeit des Bodens und dessen Abwechselung minder oder mehrere Schwierigkeiten darbiethen könnte; ja die Cohärenz des Bodens war so ungleich, daſs sich in dem Profil No. 9. (T. 47.) (in der Nähe des Höftes *A*) gar keine Austiefung verspühren lieſs. Die Klugheit geboth deſswegen: wieder, von neuem, Baggermaschinen zu Hülfe zu nehmen, und es wurden die beträchtlichsten Untiefen, des Stromes Lauf verzögernd (die 84′ nördlich des Hofts *B* bis dem Langen-Hoofd vorbey sich befanden) ungefähr auf eine Länge von 840′ und eine Breite von 120′, bis zur Tiefe von 22 Amsterdammer Fuſs unter der ordinären Fluth, ausgebaggert; eine Arbeit von der man sich, der gröſsern Geschwindigkeit des Stromes wegen, einen bessern Effect, als von der im Jahr 1784 (s. S. 652.) bewerkstelligten, versprechen muſste, und dieser schnellere Strom erleichterte denn auch die Austiefungsarbeit dergestalt, so daſs der Zweck dadurch in 80 Tagen erreicht wurde.

§. 38. Wenn man die von den beschriebenen Werken hervorgebrachten Wirkungen aufs sorgfältigste zu erforschen Ursache hatte, so war andern Theils auch auf die Unterhaltung zu wachen; denn Werke der Art können nie der Nachhülfe entbehren,

bestimmt aus der ersten Auflage beygefügten Tabelle A der Tiefenmessungen, und diese Wirkung dürfte wohl in der Folge eine Verlängerung dieses Höftes nöthig machen.

da sie dem Angriffe eines unermüdeten Feindes — dem des Stromes- und des Wellenschlages, unaufhörlich ausgesetzt sind. Von den gewöhnlichen Ausbesserungen wollen wir indessen nichts erwähnen, sondern nur folgende wichtige bemerken. Schon seit geraumer Zeit hatte die Tiefe an der östlichen Wand der Mündung des Nieuwendieps (gegen den grofsen *Leitdamm* über) 60′ von seiner Spitze ab, südwärts sehr merklich zugenommen; an der Westseite und in der Mitte hingegen war eine Erhöhung des Bettes entstanden. Unstreitig würde diese Veränderung schlechte Folgen gehabt haben, hätte man sie nicht aufs sorgfältigste im Auge gehalten; ihr nicht mit Kunstmittel entgegen gearbeitet! Vorher war die Aushöhlung, mit Steinen gefüllt worden: das ist a pierres perdues (*) gearbeitet; im Jahr 1787 aber riethen die nähern Untersuchungen, zu andern und bessern Mafsregeln. Man deckte zu dem Ende das Bett an dieser gefährlichen Stelle längs dem Leitdamme, auf eine Länge von 360′, mit sechs Sinkstücken, wovon jegliches fünf Ruthen lang, drey Ruthen breit und drey Schuh dick war, und beschwerte dieses Werk mit Bricksteinen. Bereits im Frühjahr 1788 sah man auch schon die gute Wirkung: die Tiefe längs dem *Leitdamm* nahm nicht mehr zu, und die Untiefe am jenseitigen künstlichen Ufer, so wie in der Mitte, lief ab. — Auf gleiche Weise wurde im folgenden Jahr noch ein Theil des *Leitdammes*, von 264′ lang, theils an der Spitze, theils südlicher der vorigen Arbeit, *gegen alle Senkung*, welche das Auslaufen des Grundes zur Folge gehabt haben würde, gesichert. Jenes Auslaufen mufste aber bey dem unveränderten Vermögen des Profils nothwendig gegenüber eine Untiefe erzeugen, und diese wurde von der, mittelst Sinkstücken bewirkten Erhöhung des Bettes weggetrieben.

Ob nun gleich das Nieuwendiep noch nicht zu derjenigen Vollkommenheit gebracht worden war, in der wir es jetzt erblicken, so wird es doch nöthig seyn: die Wirkung der bisher beschriebenen Busch-Steinwerke näher zu beleuchten. Die Verbesserung (Vertiefung) des Nieuwendieps mufs jedem Ingenieur um so merkwürdiger seyn, da sie in so kurzer Zeit erfolgte. Wird sie nicht ganz unleugbar aus den angestellten Tiefenmessungen erwiesen, die in der ersten Auflage in einer grofsen Tabelle mitgetheilt sind. Von 1782 bis 1796 hatten die Tiefen so zugenommen: In dem Profil Nro. 1. von 12½ zu 35′; in dem Profil No. 2. von 12 zu 14′; in dem Profil No. 4. von 18 zu 21′, in dem Profil No. 7. von 19 zu 26′; in dem Profil No. 12. beym Pfahl C von 20 zu 30 Fufs u. s. w.?

Wie beträchtlich ist nicht die Mündung vertieft? vor 1782 war sie nur 11 bis 13′ tief! zwey Jahr darauf hatte sie schon eine Tiefe von 26 bis 30′ erreicht. Besonders anmerkenswerth ist es aber: dafs in dem Queerschnitte Nro. 2., woselbst die eigentliche Erhebung des Bettes (der Drempel) statt fand, die Tiefe von 1782 bis 1784 von 14 zu 34′ vermehrt worden war. Ja, es konnten in den letzten Jahren nicht nur Fregatten von 36 Kanonen in diesen Seehafen einlaufen, sondern sich schon so-

(*) Solcher Bau kann indessen das Verlaufen des Bettes nicht so wie die Sinkstücke, verhindern.

gar in der Gegend des *Middelhoofds*, vor Anker legen. Kurz es sey noch erlaubt, anzuführen, dafs im Nieuwendiep 1786 *neunzig* Schiffe einen sichern Ankerplatz fanden, und zu Anfang 1787 mehr als *hundert* Schiffe in diesem Hafen sicher lagen. Ja, dafs er im Jahre 1789 hundert ein und fünfzig Schiffen zur Ankerstätte diente, welche bestanden: in 14 Kriegsschiffen, 4 Ostindienfahrer, 1 dito Hoeker, 18 Fregatten oder westindische Schiffe, 13 Hoekers, 9 Flinten, 28 Berkentynen, 24 Koffers, 2 Snauuwen, 26 Schmacken, 12 Tjalken. — Alle diese Schiffe haben, durch die Beschränkung der Profile (s. S. 654.), die Leitung des Stromes mehr verbessert als verschlimmert. *Die Erfahrung hat also evident erwiesen, indem während den starken Eisgängen von* 1788 *und* 1789 (*) *die Schiffe im Nieuwendiep nicht den geringsten Schaden gelitten haben, dafs sagen wir, dieser Hafen den wesentlichsten Eigenschaften guter Seehäfen entspreche. Auch fuhren die einkommenden Schiffe, so lang das Eis nur ihr Einkommen im Texel gestattete, in das Nieuwediep; ohne alle Hindernisse, ein.*"

§ 39. Dem Nieuwendiep sollte nun noch eine gröfsere Vollkommenheit gegeben werden, und zu dieser gehörte unstreitig, ein Kielplatz und Magazine. In dieser Hinsicht ward der *Kielplatz* (Tab. 47.) oder das *Neuewerk* vorgeschlagen. Dadurch verstand man aber keineswegs ein sogenanntes Werf, um Schiffe darauf zu bauen, oder erhebliche Ausbesserungen vorzunehmen, sondern lediglich einen solchen Bezirk, wo die Schiffe gesäubert und gekielt, und wo allenfalls die beym Kielen entdeckten Mängel ausgebessert werden konnten, wo man sie ab - und antakeln konnte, damit sie wieder schleunig in See stechen mochten. Mit allem dazu Nöthigen mufste also dieser Werkplatz versehen seyn. Dessen Anlage ist in der That für die Hafenbaukunde, zu wichtig, als dafs wir nicht das Wesentlichste und Merkwürdigste davon zu beschreiben versuchen sollten. Zuerst wollen wir die *construction des Deiches, welcher den Kielplatz einschliefst*, beschreiben. Da die Figur dieses Platzes, dessen Gröfse und Lage auf der 47. Kupfertafel angegeben ist, so wollen wir uns dabey nicht verweilen. (**) Der auf der Schooter - vlakte gelegte Deich, diesen Bezirk umschliefsend, wurde folgendermaafsen 1790 aufgeführt. 1) Der äussere Fufs des Deiches wurde mit einem Faschinen - Packwerk auf eine gleiche Höhe, zwey Fufs unter ordinäre Fluth, aufgebauet. Die Sturzenden der Faschinen liegen nach der äussern Seite, so wie diefs in den Profilen (T. 47.) gezeichnet ist. Diese Lagen haben nach binnen 3′ und nach

(*) Das Meer war damals so weit mit Eis bedeckt, dafs kein menschliches Auge, von den höchsten Dünen ab, die Wasserfläche des Meeres entdecken konnte.

(**) Herr Conrad hat die Dimensionen des Deiches, dessen längste Seite jede 80 Ruthen, und dessen kürzeste jede 60 Ruthen beträgt, beschrieben; unsere Leser finden sie leicht auf der citirten Kupfertafel. Mir scheint die Figur dieses Kielplatzes mit grofser hydrotechnischer Kenntnifs bestimmt zu seyn. Sie bietet dem Nordwestwinde, der dem Deiche, des Nieuwendieps wegen, nachtheilig seyn könnte, eine Spitze dar, die des Wellenschlages Kraft schwächt, und die Wellen, vom Nordwinde getrieben, gleiten an seiner westlichen und östlichen Wand hin.

aussen 6 zoll Dossirung auf jeden Fuſs Höhe. Jede Faschinenlage ist mit Zäunen und Wippen befestigt, und mit Klayerde beschwert. Unter dem Sturzende der untern Faschinenlage wurde, da wo der Grund trocken war, eine einzelne Faschinenschichte gespreitet. Wo der Grund aber nicht trocken war, da wurde eine ganze Buschlage 2 bis 3′ breit gelegt, und diese ward mit Erde beschwert, worauf dann erst das Faschinenpackwerk, welches mit Wippen und 10 Schuh langen Pfählen auf den Grund befestigt wurde, zu liegen kam. Der ganze Deich war dergestalt von Erde aufgekarrt, daſs seine muldenförmige Krone eine Breite von 20 Fuſs erhielt. Doch wir überheben uns der Beschreibung aller Dimensionen, da die Gestalt des Deiches auf Tab. 47. gezeichnet ist. Seine äussere Dossirung ist aber mit Steinen belegt, nämlich an der Nordwest- und Nordostseite sind vor dem Faschinen-Packwerke, 1 bis 1½ Fuſs unter der ordinären Fluth, Bricksteine geschüttet. Mit eben diesen ist über dem Packwerke 20 Fuſs Breite und etwas über einen Fuſs hoch die Dossirung belegt, darauf liegen schwere nordische Steine. An der Südwestseite ist die äuſsere Dossirung zwey Schuh dick, bloſs mit Bricksteinen, von der Schootervlakte an bis 5′ über die ordinäre Fluth, beschüttet. Endlich ist die südöstliche äuſsere Dossirung so mit Brick- und nordischen Steinen belegt, wie es das Profil zeigt. Das übrige der äussern Dossirung ist im Verband mit Grassoden besetzt. Gleichwie vor der Nordwestseite, so ist vor der Nordostseite und um den Deich herum Ziegelgraus und ganze Ziegelsteine zwey Fuſs dick, geschüttet, wie dieſs die Zeichnung deutlich macht. Da wo der Grund zu niedrig war, wurde er zuvor mit Klayerde angesetzt.

§. 40. Weil in diesem beschriebenen Deichbezirk eine Schleuse angelegt werden sollte, so war es nöthig: einen Theil desselben offen zu lassen, und dann mit einer Abdammung oder mit einem Fangedamm (*) zuzuschlieſsen, den man nach Verfertigung der Schleuse wegnehmen konnte. Dieser Damm (T. 83. Fig. XV. XVI. u. XVII.) wurde in gebogener Form (toogs gewyze) auf die Länge von 207′, und die Sehnen waren 160′ lang, aufgeführt. In ihm ward ein hölzernes Siel *A* von 3 Fuſs weit, und 3′ hoch gelegt. Sein Körper wurde von zwey Pfahlreihen *a c* Fig. XVI. formirt, jeder Pfahl war 22 bis 26′ lang, und wurde 8 bis 9′ in den Grund gerammt, vier davon kamen auf 12′ Länge, mit 3 Zoll Schräge zu stehen; ihre Köpfe ragten 6½ Fuſs über die ordinäre Fluth hervor. Auf diese Höhe standen die zwey Pfahlreihen, 13′ von einander. Und obgleich der Kistdamm eine gebogene Form erhielt, so wurden doch die Pfähle auf der Länge einer Gurtplanke (auf 30 Fuſs), die 8 bis 10 Zoll im Quadrat stark war, und aus Tannenholz bestand, in einer geraden Richtung eingerammt. Diese Gurtplanken *e* und *f* wurden der Festigkeit wegen 18 Zoll unter den Pfahlköpfen in die Pfähle selbst eingelassen, und mit 5 Zoll starken eisernen Spyckers, in denen 1 Zoll starke Splieſsbolzen einge-

(*) Ich habe diese Abdammung, welche nach der Anlage der Schleuse, deren Construction im zweyten Bande beschrieben wird, nach dieser von *Conrad* gemachten Erklärung gezeichnet, indem ich in Holland nicht einen Plan davon erhalten konnte.

steckt wurden, befestigt. Zugleich wurde noch eine zweyte Gurtplanke *g h*, drey Schuh unter der ordinären Fluth, auch an der äufsern Seite der Pfähle, jedoch nur an einem Pfahl um den andern, eben so befestigt. Jetzt wurden diese zweyfach gegürteten Pfahlreihen mit einem 17′ langen und 8 bis 10 zoll starken tannenen Koppelholze *i i*, um den andern Pfahl, dergestalt verbunden, so dafs es in die Gurtplanken drey zoll eingelassen, und dann mit einem einen zoll starken Bolzen befestigt wurde. Auch an der innern Seite jeder Pfahlreihe kam eine Queerplanke *k* (jede 30′ lang 2 zoll dick und 10 bis 12 zoll breit) horizontal auf 4′ unter der ordinären Fluth, die an jedem Pfahl mit einem 5 zoll langen Spycker befestigt wurde. Gegen die innere Seite der Pfahlreihe ist eine Planke *l*, 4′ niedriger als die erste, also schon im Wasser gelegt, und dann, vermittelst eines Krummholzes *m*, oberhalb dem Wasser, an den Seiten der Pfähle befestigt. Längs und gegen der innern Seite dieser Gurtplanke kam nun endlich eine tannene Spundwand, deren Planken auf beyden schmalen Seiten platt gehobelt waren. Ihre Krone kam der obern Gurtung, an welcher jeglicher Spundpfahl mit zwey fünfzölligen Spyckers angenagelt wurde, gleich. Jede Dammplanke war zwey zoll dick, 10 bis 12 Z. breit, auf den Eckseiten glatt abgehauen, damit sie scharf an einander pafsten, und 10 bis 12 Fufs lang, so dafs sie 4 bis 5 Fufs in dem festen Grund zu stehen kamen. Der noch offene Theil von der oberen Gurtung bis zum Kopfe der Pfähle wurde mit zwey zoll dicken Planken zugeschlagen, und jede Planke ward mit zwey, fünf zoll langen Spyckers, an jedem Pfahl angenagelt.

Diese nachahmungswürdige Dammkiste wurde nun mit Klayerde gefüllt und ausgestampft, so dafs sie ganz wasserdicht wurde, und 6½ Fufs über die ordinäre Fluth hervorragte, wo das Werk noch eine, einen Fufs hohe, tonnenrunde Oberfläche erhielt, die mit Grassoden gedeckt wurde. Darinn wurde endlich ein 3 Fufs weites, eben so hohes hölzernes Siel *A* (Schleufschen) gelegt. Die Schleuse, durch welche die Schiffe in das Bassin der Neuen-Werkes einlaufen, ist im Jahr 1791 für die Summe von 78000 Gulden verfertigt. Sie hat eine Weite von 23′, ist 140′ lang, und der Drempel liegt 9′ unter der ordinären Fluth. Durch diese Schleuse werden also 12′ tief gehende Schiffe, während der ordinären Fluth passiren können. Sie hat zwey Paar Fluth- oder Sturm-, und zwey Paar Ebbe-Thore. Die äufsern Sturmthore sind 19′ 3 zoll hoch, und jedes Thor ist 14½ Fufs breit. Vor dieses ist noch ein Thor 4 Fufs über die ordinäre Fluth hoch, Vor der Schleuse ist ein mit Steinen beschwerter, von Faschinenwerk gemachter Vorboden oder Sturzbett. Doch wir kehren zum Kielplatz zurück, indem die Construction dieser Schleuse im 2ten Bande beschrieben wird.

§. 41. Zu mehrerer Vollkommenheit dieses wichtigen Etablissements wurde der durch den Deich eingeschlossene Bezirk (der Kielplatz s. T. 47.) mit den nöthigen Gragten oder Canälen, deren Boden 10′ unter der ordinären Fluth liegt, durchschnitten. Die südwestliche Gragt ist 4¾ Ruthen, die mittlere 66′, und die gegen Nordost- und Südosten liegenden sind 72′ weit. Aufserdem liegen an der Nord-Westseite noch zwey Bassins.

Mit dem ausgegrabenen Erdreich ist das Terrain bis 2½ Fuſs über die ordinäre Fluth dergestalt erhöhet worden, daſs es schräge nach den Gragten, auf die Breite von 24′ abläuft, und in dieser Breite ¾ Schuh niedriger, als an andern Stellen ist.

§. 42. Die Ufer der Gragten, so wie die Brückenhöfter sind mit einer Holzschuhung versehen. Diese besteht aus einer Reihe von 24′ langen eichenen Pfählen, welche 2′ über die ordinäre Fluth mit $\frac{1}{12}$ Schräge, 4′ auseinander, eingerammt sind. Alle 36 bis 48′ wurde ein längerer Pfahl 2′ höher gelassen, um die Schiffe daran fest legen zu können. Von auſsen sind die Pfähle 2½ Fuſs unter der ordinären Fluth mit einer horizontal Reihe 10 bis 11 Zoll dicken eichenen Gurtplanken versehen, welche in die Pfähle eingelassen, und mit eisernen Bolzen daran befestigt wurden; dann ist dieser Gurt auſserdem noch an einem Pfahl um den andern mit eisernem Hackensplinten, jeder von 1½ Fuſs lang, befestigt worden. Das Pfahlwerk ist alsdann längs der Binnenseite von 4′ unter der ordinären Fluth bis zwey Fuſs darüber, also auf eine Breite von 6′ queer gegen die Pfähle mit zwey Zoll starken eichenen Planken beschlagen, welche auf den Pfählen mit fünfzolligen Spyckers angenagelt sind. Diese Holzschuhung wurde nachher um den sechsten Pfahl mit einem 24′ langen eichenen Anker versehen, welches in ihn hineingelassen, und daran mit Hackensplinten befestigt ist. Vor jedem Kreuzarm sind dann zwey Pfähle 17′ lang, 6 Zoll über den Kreuzarm reichend, schräge eingerammt worden, welche also das Ankerholz halten. Zwischen je zweyen dieser langen Anker ist noch immer ein kürzerer, von 12′ Länge, mit einer Schore verbunden, die mit einer schrägen Zunge (schräge hervorstehendes Stück Holz) versehen, woran der Anker befestiget ist. Auf diese Weise sind die Gragten 1793 vollendet.

§. 43. Um die hydrotechnische Beschreibnng des *Nieuwendieps* so vollständig, als möglich, zu liefern, müssen wir noch in der Kürze diejenigen Werke anzeigen. welche seit 1794 aufgeführt sind, um damit die Tiefe vor der Schleuse und längs dem Kielplatz zu vermehren. Zu dem Ende ward (1794), dem Kielplatz gegenüber, das Faschinenhöft *M* (T. 47.), dessen Länge 240′ beträgt, aufgeführet, und an demselben ein 440′ langer Faschinendamm angehangen. Dieser ist nachher, 1797 und 1798, bis zum groſsen Fangedamm fortgesetzt worden. Das Höft liegt ½ Fuſs über die ordinäre Fluth, hat eine tonnenrunde, 24′ breite Krone, welche mit Ziegelgraus beschüttet ist, so daſs zwey Last Bricksteine auf jede Quadratruthe nöthig waren. Der Faschinendamm ist mit Spreitlagen, die theils in den flachen Sandgrund hineingelegt sind, verfertigt, mit Verzäunungen versehen, und mit Bricksteinen, bis auf 2½ Fuſs unter der ordinären Fluth, beschüttet. Die Dossirung verhält sich zur Höhe wie 1½ zu 1. Die Krone beträgt 36 Fuſs. Mit diesen Werken wollte man den Ebbestrom längs dem Kielplatz oder dem Neuen-Werk regelmäſsig leiten, seine Weite bestimmen; ihn einengen: also die Geschwindigkeit vermehren — mithin eine gröſsere Tiefe verursachen; ja die Stromrinne, längs dem südlichen Ufer, in ein bequemeres Fahrwasser verwandeln. Zu dem Ende sollte

auch der Faschinendamm *M N V*, dem Strom der Nach-Ebben es versagen: zwischen dem Höfd *M* und dem Fangedamm in das Nieuwediep seitwärts einzufliefsen; folglich ihn zwischen dem südlichen Deiche des Kielplatzes, der Schootervlakte und diesem Damme *M N V* selbst, einleiten. Auf diese Weise mufste denn der, aus der Südersee kommende Ebbestrom eine gröfsere Tiefe hervorbringen! Der Leser wird ohne Zweifel einsehen, dafs defswegen dieser Faschinendamm so niedrig ($2\frac{1}{2}$ Fufs unter der ordinären Fluth) gelegt ist, damit der volle Ebbestrom (jetzt wie ehemals) seine Wirkung auf das Nieuwe-Diep ausüben könne. Denn er behält dieselbe Neigung, weil der gröfste Theil des Zuidwaals mit dem Faschinendamme in gleicher Höhe liegt. Folglich strömt die Ebbe, so lange diese Sand- und Schlickfläche (der Zuidwaal) unter Wasser liegt, über jenes Werk in das Nieuwe-Diep hinein. Alsdann aber wenn über den Zuidwaal kein Wasser in das Nieuwediep fliefst, bewirket dieses neue Werk *M N V*: dafs die Nach-Ebben, welche durch die Rinne des Hafens strömen, in einem begränzten Profile gehalten werden, und sich nicht seitwärts ausbreiten können, wodurch die Vertiefung im Nieuwen-Diep gar sehr befördert werden mufs."

§. 44. Wenn man dieser Beschreibung mit einiger Aufmerksamkeit nachgehet, und es weifs: dafs aufser diesen Werken der Kielplatz mit den nöthigen Gebäuden und Magazinen versehen ist, so mufs man bekennen, wie die Seemacht und der Handel, durch das Nieuwe-Diep, ansehnliche und wichtige Vortheile geniefset; dafs diejenigen Männer, welche die Entwürfe machten und diejenigen, unter deren Direction sie ausgeführt wurden, sich einen grofsen Ruhm erworben, sich um das Vaterland verdient gemacht haben. Eben so wichtig, wie dieser Hafen, ist die Rhede, das *Maars-Diep* genannt (Tab. 45. und 47.), worauf eine Kriegsflotte vor Anker liegen kann; die, wenn eine Landung auf *England* unternommen werden soll, ein absolutes Bedürfnifs ist, und die zu dem glücklichen Erfolg wesentlich beytragen wird. Diese wirklich vortreffliche Rhede, die gegen die hohe See, eines Theils von den davor liegenden Platten, andern Theils von den hohen Küsten und Dünen geschützt —; einen guten Ankergrund habend; die sehr geräumig für die gröfsten Flotten ist; an deren Eingang ein Leuchtfeuer auf Kykduin brennt (*), und wo verschiedene Seezeichen (Kaaps) stehen; eine Rhede, die sich wegen der an ihrer Einfahrt liegenden Untiefen, ihrer angemessenen Breite wegen, und dann in Hinsicht des Eilandes Texel und der Lage des nordholländischen Gestades mit Hülfe zweckmäfsiger Forts und Besatzungen sehr gut vertheidigen liefse, und die, der engen Einfahrten wegen, für jede feindliche Flotte unzugänglich ist, so lange man Herr der Küste bleibt; *kurz, das Maarsdiep, welches so äusserst wichtig für Frankreich ist*, scheint alle Aufmerksamkeit, in Rücksicht der Vertheidigung gegen einen feindlichen Angriff, zu verdienen. Bey einer Vertheidigung sollte aber auf zwey grofse Zwecke, wie mich dünkt, hinausgesehen werden: 1) Auf den Besitz des Terrains, 2) auf die Conservation der Schiffe und des Hafens; der Feind mufs also, mittelst den ver-

(*) Es besteht aus einem eisernen Rost, worauf Sand geschüttet ist, und auf diesem liegen die Steinkohlen.

theidigungsanstalten, vom Nieuwendiep aufser der Bombenweite gehalten werden. Wird der Aufwurf unbedeutender Batterien und Fleschen diesem grofsen Zweck entsprechen? einen kühnen und klugen Feind abhalten? Und wenn hier gleich das Einlaufen einer feindlichen Flotte nicht sehr wahrscheinlich ist, aber, verbunden mit einer Landung, immer nicht ganz unausführbar zu seyn scheint, so erheischt doch wohl die Wichtigkeit dieses Locals nnd die Sicherheit Hollands: dafs man jeden Angriff, sey er auch wirklich mit einer Landung gepaart, zurück weisen könne, und so dürften, nicht weit von der Helderschen Küste, wenigstens zwey Forts, und eines auf der Insel Texel (*) — mit hinreichenden Besatzuugen; mit Magazinen aller Art versehen — nöthig seyn. Erinnert man sich an den forçirten Eingang des Admirals Duguay Trouin in die Bay von Rio-Janeiro, wo die Ufer-Batterien einen schlechten Effect leisteten; an Abukir; an Maltha; an Cartagena, welches Dracke 1585 und Petit 1695, der letztere nach einem von Pointis entworfenen Angriffsplan, einnahmen, in dessen Hafen Admiral Vernon 1741 einlief, ohngeachtet die Forts Boccachia und Joseph am Eingange lagen; erinnert man sich an die Angriffe der Engländer auf Coppenhagen, an ihre Durchgänge durch den *Sund* und die *Dardanellen*, so bleibt hier nichts zu bemerken mehr übrig, und es wird nur dasjenige, was Montalembert von den Spaniern und Franzosen (in seiner Fortification perpendiculär, Tom. III. pag. 96., in Rücksicht der Vernachläfsigung hinreichender Vertheidigungsanstalten ihrer Colonien-Häfen sagt, eine Beherzigung verdienen.

§. 45. *Darstellung des Hafens von Amsterdam* (Tab. 51.), *so wie der Circulation des Ebbe- und Fluthstromes in den Canälen dieser Stadt*, *die ich jetzt näher* beschreiben will. Der Hafen von *Amsterdamm* (T. 51.), ist mehr ein Flufs-als Seehafen, weil er von dem durch das Y circulirenden Fluth- und Ebbestrom formirt wird. Da er aber mit dem Hafen von Nieuwendiep in nautischer Verbindung steht, und auf der Kupfertafel T. 51. dargestellt ist, so will ich ihn jetzt schon beschreiben. Bereits in der Flufsbaukunde, S. 445. u. s. w., habe ich die Mittel vorgeschlagen, durch deren Anwendung die Vertiefung dieses Hafens bewirkt werden könne. Ich werde daher blofs von seinem Innern und den Canälen Amsterdams einiges anführen. Die Vorhäfen von Amsterdam sind mit zwey Reihen durchsichtiger Pfahlwände vom Y strom abgeschlossen, worin Oeffnungen gelassen sind, die mit schwimmenden Balken (*Wasserbäumen*) verschlossen werden, wenn es nöthig ist. Die Magazine der ostindischen Compagnie stehen an dem ostindischen Werft, worauf zwey und zwanzig treffliche Kielplätze, die ich in dem Plan angedeutet habe, liegen. Sobald die Schiffe von Stapel gelassen sind, werden sie auf dem Wasser, in dem Vorhafen, die Admiralitäts-

(*) Das Fort, welches auf dieser Insel liegt, ist zu weit vom Maarsdiep entfernt, es müfste unmittelbar an demselben liegen.

oder Lands-Dok genannt, ausgebauet. Die Canäle, woran die Kielplätze liegen, haben eine Breite von 300′, sind also so breit, wie das Bassin d'Ingouville zu Havre. Ueberhaupt ist die Distribution der Bezirke des ostindischen Werftes untadelhaft und ein wahres Muster. Die 1600 Schuh lange Seilspinnerey steht auf einer Insel zwischen zwey Canälen. Die Sägemühlen liegen am Wasser isolirt und nicht weit von der Seilspinnerey stehen die einzelnen Magazine, so wie das Hauptmagazin isolirt, und auf Inseln und längs den Canälen oder Vorhäfen. So liegt z. B. das Hauptmagazin der ostindischen Compagnie in der Mitte des östlichen Bezirkes zwischen zwo kleinen Canälen; das Holzmagazin des Admiralitäts-Werftes steht längs den Kielplätzen, und hat eine Länge von 1750 Schuh. In dessen Nähe liegt das viereckige Gebäude, welches das Landesmagazin ist, also die Bedürfnisse für die Kriegsschiffe enthält. Bey diesem musterhaften Locale konnten nur verworfene Menschen einen Brand verursachen, dessen Wirkungen jeder rechtliche Mensch nicht anders, als mit einem Gefühle von Unwillen betrachten kann, und die bey den guten Brandanstalten Amsterdams und dem Ueberflufs an Wasser hätten minder schädlich gemacht werden müssen, wäre dieſs Feuer nicht an verschiedenen Orten zugleich angelegt gewesen.

Keine Städte können, was die Lage am und im Wasser betrifft, miteinander mit mehr Recht verglichen werden, als Amsterdam und Venedig. Welch ein Unterschied ist aber nicht in der Distribution der Canäle! In Amsterdam sind diese Canäle mit aller Kunst und regulär angelegt; darin wird das Wasser mittelst der Ebbe und Fluth und den dazu eingerichteten Schleusen, in steter Bewegung erhalten; aber Venedigs Canäle sind unregelmäſsig angelegt, und entbehren der Spühlung fast gänzlich.

Amsterdam ist mit parallel laufenden Canälen durchschnitten, die man dort Gragten nennt, und die auf T. 51. genau bezeichnet sind. Ihre geringste Breite beträgt 60, die mittlere 120, und die gröſste 240 Schuh; ja die Amstel hat eine Breite von 324 Fuſs.

Da die *Stadt-Canäle* (Gragten) vermittelst der Ebbe- und Fluth-Circulation von dem Unrathe gereinigt werden, und in ihnen das Wasser in einer stäten Bewegung erhalten wird: so kann man, ohne Uebertreibung behaupten: daſs die Stadt Amsterdam, die schon jetzt ein sehr ungesunder Ort ist, fast nicht bewohnt werden könnte, wenn sie diese Wassercirculation entbehren sollte. Diese Circulation des Wassers, durch alle die Schleusen und Canäle, ist einzig in ihrer Art; ja sie reizt das Interesse jegliches denkenden Reisenden, unter denen es aber wohl wenige geben dürfte, die bis jetzt eine deutliche Idee von ihr haben. Selbst in Amsterdam ist sie nur wenigen Personen bekannt; und es hat mir ein erfahrner und sehr geschickter Ingenieur versichert: daſs er sich, bey seinem Aufenthalt in Amsterdam, viele Mühe gegeben habe, um ihr Spiel zu erfahren, aber vergeblich. Ich verdanke die Data, zum Folgenden, dem Baudirector Schellings in Amsterdam.

In sofern die spühlung der canäle vermittelst des Y stroms, der durch verschiedene schleusen bey der Fluth eingelassen, uud während der Ebbe durch andere ausgelassen, andern Theils aber von dem Amstelwasser bewirkt wird; so kann man füglich die schleufsen in *Ein* - und *Auslaſsschleusen* eintheilen. Aufser diesen dient auch die grofse *Amstelschleuse* (auf der Karte T. 51. mit *I* bezeichnet, welche sieben Paar Thore gegen die Amstel hin, und vier Paar Thore gegen den canal, so wie zwey grosse Drehthore nach dieser seite hin, hat) zum spühlen der canäle. In der stromkarte des *östlichen Y'es* T. 51., die zugleich einen hydrographischen Grundrifs der stadt Amsterdam darstellt, sind die Einlaſsschleusen mit römischen, und die Auslaſsschleusen mit arabischen ziffern angedeutet. Diejenigen schleusen aber, welche die Gragten unter sich abschliefsen, habe ich mit Buchstaben bemerkt. Der Boden von den Kammerschleusen am Y, durch denen die schiffe passiren, liegt 8 bis 9 Fufs unter der gewöhnlichen Ebbe. Ihre Kammern sind 200 Fufs lang. Alle diejenigen schleusen, welche gegen das Y liegen, müssen zugleich die hohen sturmfluthen abhalten; daher die grofse Höhe ihrer Thore, die bey solchen Fluthen sehr gut verwahrt werden. Ich will hier die Dimensionen der *vorzüglichsten* schleusen, ausser denen von der Amstelschleuse, die beym schleusenbaue beschrieben, und wovon die Kupfer gegeben werden sollen, mittheilen.

Einlaſsschleusen. Namen der Schleusen. (Siehe Tab. 51.)	Weite F.	Weite Z.	Höhe der Thore über die ordinäre Fluth oder dem Amst. Pegel Zoll.	*Auslaſsschleusen.* Namen der Schleusen. (Siehe Tab. 51.)	Weite F.	Weite Z.	Höhe der Thore über die ordinäre Fluth oder dem Amst. Pegel Zoll.
No. I. Die Schleuse unter dem Neuenmarkt	15	1	55	No. 2. Die Schleuse am Ende des Kadyks	21	5	124
				— 17. Die Eenhornschleuse	37	5½	130
Die Kolkschleuse	16	5	44	— 25. Die Schleuse in dem wester - Beer	14	—	112
No. IV. Die Dammschleuse	20	8	85	— 27. Die Schleuse in dem Deich vor dem Harlemmer Thor	31	—	88
Alte Haarlemmer schleuse	22	2	127	— 12. Die St. Antoni-Schleuse	30	1	75½
No. XV. Neue Haarlemmer Schleuse	24	2	134	— 5. Die Kattenburger Schleuse	32	1½	121½

Andere Arten von schleusen, die keine Kammerschleusen (in Amsterdam unter der Benennung *waterkeringen* bekannt) werden zugesetzt und geschlossen, sobald das Y zur Höhe von 15 Zoll über den Amsterdamer Pegel gestiegen ist. Wenn es aber darunter fällt, werden sie wieder geöffnet.

Die Einlasschleusen zweyter Art sind folgende:

Nahmen derselben.		Weite.		Höhe der Thore über den amst. Pegel.
		Fufs.	Zoll.	Zoll.
No. (auf T. 51.) IX.	Die Gelderschekaische - waterkering.	24	—	126
— XIV.	Die Kolks - waterkering.	22	8	131
— XIII.	Die Nieuwebrugs - waterkering (*).	48	—	130
(**) — VII.	Die Kalkmarks. - waterkering.	32	—	131
(**) — VIII.	Die Kraans - waterkering.	24	—	130

§. 46. *Die circulation des wassers durch die schleusen und in den canälen* ist folgendermaassen: Die Fluth, in die *Einlafsschleusen* einströmend, tritt in alle die im Grundrisse (T. 51.) perpendiculair schraffirten Gragten, die ich *Einlafscanäle* nennen will. Dieses eingetretene wasser ist aber anfänglich von den schräg schraffirten Canälen *(Auslafs - canäle)* durch die schleusen *a. b. c.* (T. 51.) getrennt, und von dem horizontal schraffirten *Amstelwasser* ist es vermittelst der grofsen Amstelschleuse, und der Schleusen *d, e,* abgeschlossen. Die wasserkehrungen *f g h* dienen wieder zum Abschliefsen dieser Auslafscanäle unter sich. Sobald nun die schleusen *a b c* sich öffnen, tritt das Y - wasser auch in die westlichen Auslafscanäle (in die östlichen hinein ist sein weg nicht beschränkt) und es entlastet sich dann wieder während der niedrigsten Ebbe durch die Auslafsschleusen in den Y - strom. Den Effect dieser spühlung zu vergrössern, dazu ist es vortheilhaft, wenn die Fluth im Y öftermahlen höher als gewöhnlich steigt (die ordinaire Fluthhöhe beträgt nicht viel über 12 zoll) damit eine gröfsere wassermenge mit einer gröfseren Geschwindigkeit durch die canäle fliefse. Unter den Auslasschleusen werden indessen die St. Antonyschleuse No. 12. und die Kattenburgerschleuse No. 5. nicht beständig zum Auslassen gebraucht, sondern nur zum Durchfahren der Schiffe. Wenn aber in den Gragten viel unflath (vuil) treibt, oder wenn auch das Amstelwasser durch Regen hoch angelaufen ist, alsdann werden diese zwo Schleusen auch zum Auslassen des wassers geöffnet. Das *Amstelwasser* hat aber durch die grofse Amstelschleuse 1 seinen Abflufs, und wenn es sehr hoch, das Y aber niedrig steht; so fliefst es auch zugleich durch alle die Ein - und Auslafsschleusen, und spühlt so die sämmtlichen Canäle. Folgende Gragten, als: de oude - schans *a*; der Pappenburger - Burgwaal *b*; der Uilenburger - Burgwaal *c*; die Markensgragt *d*; der Houtkopers - Burgwaal *f*; der Regsten - Dwarssloot *g* spühlen sich durch Ebbe und Fluth selbst, und zwar vermittelst der Kikkerbilschleuse VII. Die Waals - Eilandgragt *h* wird vermittelst der Ebbe und Fluth für sich durch die Kraanschleuse gespühlt.

(*) Sie hat zwey oeffnungen jede von 24 Fufs weite.

(**) Diese zwo Schleusen correspondiren vermittelst der Waale - Eylandsgragt *h h* und dem canal oude schans *a a* mit der St. Antonyschleuse.

Da nun die Amstel selten höher, wohl aber öfter niedriger als die Fluth des Y'es steht, und ihr sowohl wie dem Y-strom kein höherer stand durch kunst gegeben werden kann, als der gegenwärtige ist; auch mit dem Amstelwasser der innern schifffahrt wegen öfters sparsam umgegangen werden mufs: so läfst sich der Effect dieser wassercirculation schwerlich anders als durch schöpfmaschinen verbessern. Also entweder durch die *Dampfmaschine* oder durch *windmaschinen*, welche das wasser aus dem Y oder der Amstel in die canäle heben müfsten. Die letztere Gattung von maschinen hat man auch bereits angewendet. Es sind auch zwey Eckardische schiefliegende und vom winde getriebene wurfräder erbauet worden.

§. 47. *Die sicherung der stadt Amsterdam und des Hafens gegen sturmfluthen* (T. 51.) betreffend, so ist bereits in Rücksicht des spaarndammer-slaapers vieles davon abgehandelt, jetzt aber wird es nöthig seyn, die directe und wirkliche sicherung selbst zu erläutern. Brunings sagt: „Ob Amsterdam auch in dem Falle gesichert sey, wenn die umliegenden Deiche brechen, kann ich zuversichtlich mit *Nein* beantworten. Wofern ein solches unglück die Deiche gegen osten oder westen von Amsterdam beträfe; so würde die stadt eine höchst schädliche ueberschwemmung treffen. Man sorgt aber gegen diesen unfall, und bis jetzt hat man noch kein Beyspiel davon. Im Jahr 1717 stand der Deich gegen westen aufs Brechen, und die stadt war in grofser Gefahr (*).„ Dieser letzte Deich ist auf 120 zoll Amsterdammer Pegel erhöht worden. Vorher lag seine oberfläche sehr ungleich, und zwar zwischen 78 und 112 zoll Amsterdammer Pegel, wie ich aus einem genauen Nivellement gesehen habe.

Vergleicht man nun die Höhe der strafsen, welche Amsterdam an der Y-seite decken sollen, mit den höchsten sturmfluthen (die von 1717 stand 96 zoll Amsterdammer-Pegel), so wird man leider gewahr, dafs ein beträchtlicher Theil der stadt auch von dieser seite nicht hinlänglich gegen solche tobende Fluth gedeckt ist. Wir wollen uns davon, mit Hülfe des vom Baudirector *schilling* bewerkstelligten Nivellement, näher unterrichten. *Nach demselben liegen die hohen strafsen an der Y-seite über den Nullpunct des Amsterdammer-Pegels oder über die ordinaire tägliche Fluth.*

1) Das südliche Ende der Bikkerstraat		72½	zoll.
2) Die Nordseite von der Galgestraat auf der Prinsen-Eylandsgragt		75	—
3) Die süderseite dieser strafse		46	—
4) Auf dem Reaalen Eyland, an der Y-seite vor der Taanstraat		66	—
5) Der Haarlemmer-Dyk	vor der Orangestraat	110	—
	vor der Vischerstraat	104½	—
6) Der Nieuwendyk vor dem Panharingsteg		94	—
7) Die Haringbakkery	vor de Kooger styger	61	—
	bey der spaarendamsche-Brug	63	—

(*) *Büsch* vorläufiger vorschlag zur sicherung Hamburgs s. 87.

8) Die kleine Kattenburgerstraat aan het Plein - - - - - 85 zoll.
9) Die südliche Wittenburgerstaat tegen de Osterkerk - - - - 98 —
10) Das südliche Ende der Groote Oostenburgerstraat - - - - 80 —

Hiermit sey also die Beschreibung der Häfen und Canäle von Amsterdam beschlossen.

§. 48. *Beschreibung der Rheden und Häfen von Toulon* (T. 60.) (*). Wer die Situation dieser Rheden und Häfen in der Karte mit einiger Aufmerksamkeit analysirt, der mufs ihre Vortrefflichkeit erkennen. Die *Grofse-* und *Kleine-Rhede* sind geräumig zur Beherbergung der gröfsten Flotte; tief genug für Linienschiffe; mit befestigten Anhöhen gedeckt gegen alle Seewinde und dem Feinde (**). Der Grund der Rheden und Häfen besteht aus einem zähen Schlamm, hält also die Anker gut, und die Schiffe können darauf stossen ohne Nachtheil. Die Gegend um Toulon ist schön und reitzend, und ein immerwährendes Grün und Fruchtbarkeit bedeckt die Gefilde. Die Weinberge, die Fruchtbäume, die Menge von Gärten, womit Toulon umgeben ist, das milde Clima, und das nahe Meer, so wie die fernen Gebirge, machen Toulon zum glücklichen Aufenthalt für den Seemann und Seesoldaten, wenn sie heimgekehrt sind von ihren Unternehmungen; selbst das Schicksal des unglücklichen Galeerensclavens wird durch die schönen Umgebungen Toulons gemildert.

An der Verbesserung von Toulon haben vorzüglich Franz I., Heinrich II., Ludwig XIV. und Ludwig der XV. arbeiten lassen. Der erstere ist der Gründer von der ganzen Anlage. Er liefs zur Vertheidigung der Rhede den Thurm Balaguier aufführen. Heinrich IV. erweiterte 1594 die Stadt Toulon, und erbauete den grofsen Thurm (grosse Tour), und auf der Westseite das Fort Eguillette. Er legte den *Alten-Hafen (la vielle Darse)* an. Es wurden Kästen mit Steinen gefüllt, theils Felsstücke ins Meer geworfen, und hierauf die Mauer, von ungeheurer Dicke, aufgeführt. Ludwig XIV. oder vielmehr Colbert, liefs das Fort des Vignettes (Fort Louis) anlegen, und 1680 den gröfsern oder *Neuen-Hafen*, genannt *Darse neuve*. In diesem mündete sich der Flufs Las und verschlämmte ihn. Vor jenem ergofs sich der Flufs Ligoutier ins Meer, verschlämmte und versandete dessen Eingang, so wie die kleine Rhede. Eine Anschlämmung, wozu die Vereinigung des Flufswassers mit dem salzigen Meerwasser nicht wenig beytragen mochte. Vauban leitete daher beyde Flüsse einen andern Weg, welchen neuen Lauf wir in der Karte T. 60. finden. Indessen können solche Häfen, in denen

Anmerk. Die Seedeichshöhe ist 104 zoll. Der Cubfikufs Y-wasser wiegt nach den von Brunings und Roos, vor Amsterdam angestellten Wahrnehmungen 64,04 Pfund Trois Gewicht; das Spaarnewasser aber nur 63,96 Pfund.

(*) Die Tiefen auf dieser Karte sind englische Fadens jeden zu 5′ 7″ 7‴ Pariser, und nicht Brasses. denn sie sind von den Engländern 1793 gemessen, und in eine Zeichnung, die mir mitgetheilt worden ist, eingetragen, wie ich nach Vollendung des Stiches erst erfahren habe.

(**) Die grofse Rhede ist jedoch den Windstössen aus Osten etwas ausgesetzt, aber sie werden von den Bergen gemäfsigt, und sind daher nicht Gefahr bringend.

keine Bewegung der Ebbe und Fluth ist, nie frey vom Schlamm seyn, weil das tägliche Verkehr, die Cloacken der Stadt, die Vermischung des Regenwassers mit dem Meerwasser — einen Bodensatz entbindet — solchen erzeugt und anführt. Dieser Schlamm wird nun in den Häfen von Toulon mit Maschinen ausgebaggert, die ich im zweyten Bande beschreiben werde. Der *Neue-Hafen* ist vorzugsweise für die Marine bestimmt; an seinen Wänden oder an dem Kay, dessen Construction ich im 2ten Bande beschreiben werde, liegen die Kriegsschiffe, wie es auf dem Plan mit Puncten angedeutet ist; der *Alte-Hafen* ist mehr für Kauffarthey- als Kriegsschiffe bestimmt. Jener kann zwanzig Linienschiffe, und eben so viele Fregatten beherbergen. Der Handel von Toulon ist nicht unbedeutend, insbesondere ist der mit Getreyde und Oehl beträchtlich.

§. 49. *Die Lage der Häfen mit ihren Magazinen* wollen wir nun näher kennen lernen, und zugleich dasjenige, was die Engländer bey ihrer kurzen Anwesenheit im Jahr 1793 zerstört haben, ohne der Schiffe, die sie fanden und verbrannten, speciell zu gedenken (*). Alle Magazine haben eine musterhafte Lage, stehen in bequemer und zweckmäfsiger Communication, und doch isolirt. Das *General-Magazin* (a) fafste ungeheure Vorräthe, und ist von den Engländern verbrannt; so wie auch das Magazin (b), welches die Takellagen aufbewahrte, und worüber der Segelmacherboden lag. Ferner das Gebäude (f), welches für Waffenarbeiter, für die Tischler-, Block- und Scheibenmacher-Werkstätte diente; die Schoppen (n), für Bramstangen und Masten, und die Hellinge, worauf sie gezimmert wurden; das Magazin (x) auf dem Hafendamm, worin Zimmerholz aufbewahrt wurde, und es nahm das ganze Höft ein. Gegenwärtig existiren noch folgende Gebäude und Hafenanlagen: als das Artillerie-Werft an dem Kay vor der Bastion *c* liegend. Dabey stehen die Schmiede und Küchen. Auf diesem Werft liegt auch ein Schiff, zum exerciren der Kanonire bestimmt. Die angränzende Bastion umschliefst das Magazin c, welches die Bedürfnisse für jedes einzelne Schiff des Marine-Departements von Toulon aufbewahrt. *d* Sind die Schmieden für die Schiffsküperey, und *e* das Gefängnifs. Das militairische Magazin *g* und die Academie *p* für die See-Cadetten, und zwischen beyden die Spinnerey, welche 100 Schuh lang und oben gewölbt ist, fassen die Insel de la mature, nach der nördlichen Seite, ein. In *h* liegt eine Vertiefung oder Gracht zur Aufbewahrung der *Schiffs-Bauchstücke.* Die schiefen Flächen oder Hellinge, worauf das lebendige Werk des Schiffs, das ist der Theil, welcher im Wasser geht, oder auch alte Schiffsrumpfe aufbewahrt werden, liegen bey k. *l* Ist das Schiffswerft, worauf Schiffe von 74 Kanonen gezimmert werden. Der Zimmerplatz für Masten und Bramstangen ist *m.* Daneben liegt die Gragt (i) oder der Wasserbehälter, worin die Masten und Bramstangen unter Wasser gehalten sind, um gut conservirt zu werden. Auch bey *w* hält man die Mastbäume so unter Wasser, Auf der Nordost-Seite der Insel de la mature ste-

(*) Sie verbrannten im Neuen-Hafen die Maschine zum Kiehlholen und eilf Kriegsschiffe, auf der Rhede aber fünf Kriegsschiffe.

hen schoppen für sparren, riegel, rohr, bauholz u. s. w. o Ist eine Officin; dahinter steht die grofse schmiede, die zwo brunnen, und das Gebäude für die Anstreicher ist an der südwest-seite. Zum bau der Fregatten von vierzig kanonen dient ein werft, mit drey stapelplätzen, welches bey *q* liegt. Das grofse magazin *r*, worin die Anker und grofse Taue liegen, ist mit einem Gewölbe gedeckt. Bey *u* ist die corps de Garde, bey *v* eine Batterie von 24 kanonen. Auf den hafenwänden des neuen Hafens stehen, zur zeit, wenn Toulon keine feindliche Angriffe zu fürchten hat, mehrere, auf dem plan mit schrägsschraffirten strichen angedeutete, leicht wegzunehmende schoppen. Sie dienen zur Aufbewahrung von bauholz, schiffsbedürfnissen und waaren; eine nachahmungswerthe Einrichtung, welche aber breite Hafendämme (diese sind hinter der mauer *c d* noch 42 fufs breit) erfordert, deren Anlegung sehr zweckmäfsig ist. Befürchtet man einen Angriff, so werden die schoppen abgenommen, und das Geschütz in die schiefslöcher *f c d*, Fig. 5. T. 66. eingefahren.

Das Merkwürdigste ist noch die von dem Ingenieur Groignard erbauete *schiffsdocke (s)* T. 60. Sie hat am boden eine Länge von 304 schuh, ist 99 (*) Fufs breit, und fafst eine wasserhöhe von 17 bis 18 Fufs. Doch ich werde diese Docke im 2ten Bande beschreiben.

§. 50. *Beschreibung des kriegshafens cronstadt* T. 90. Die in dem *finnischen* Meerbusen ohnweit *Petersburg* gelegene Insel wurde ohne zweifel defswegen zur Etablirung eines kriegshafens gewählt, weil man sie dazu in militairischer rücksicht sehr geeignet fand. Da ich mir alle Localaufschlüsse nicht verschaffen konnte, so erlaube ich mir nicht, darüber zu entscheiden, *ob dieser hafen gegen die feindlichen Angriffe aller Art gedeckt ist, und ob für Rufsland die Anlage eines zweyten kriegshafens an der küste der ostsee wünschenswerth sey.* Ohne dem Andenken des grossen Mannes, der diesen hafen anzulegen befahl, zu nahe zu treten, werden doch die Ingenieurs unserer zeit die Bemerkung machen, dafs die courtinen zu lang und die Bastionen zu klein sind, selbst die der Feste *cronslot* nicht ausgenommen. Diese Befestigungen zeigen daher, dafs die Ingenieurwissenschaft in Rufsland im Anfange des achtzehnten Jahrhunderts bey weiten nicht denjenigen Grad der vollkommenheit erreicht hatte, zu dem sie jetzt in diesem Reiche erhoben ist. Unter der Regierung *Peter des Grofsen* wurde der Entwurf zum Hafen von Cronstadt gemacht, und gröfstentheils ausgeführt; unter der Kaiserin Catharina II. sind nach dem im Jahre 1785 entworfenen plan bedeutende verbesserungen gemacht worden, und unter der Regierung des jetzigen Kaisers wird derselbe ohne zweifel zu derjenigen vollkommenheit, welcher er fähig ist, gebracht werden. So wie alle grofse Männer ihre werke gerne vollenden, wollte auch Peter I. diesen Hafen in wenigen Jahren anlegen, und benutzen: daher der umstand, dafs der gröfste Theil der Hafendämme von Holz aufgeführt, und nur oben

(*) Der englische Geograph-Faden giebt diese Länge unrichtig zu 200 Fufs, und die Breite zu 80 Fufs, in seiner „chart of the Roads and Harbours of Toulon (1795), an.

mit steinen gefüllt ist; welche Holz- und Pfahlwerke sich auf der Karte von den steinwerken dadurch unterscheiden dafs sie mit zwey Linien, und diese letztern mit kleinen Queerstrichen bezeichnet sind. Die nach dieser Zeit aufgeführten Hafendämme, Schleusen und Schiffsdocken bestehen aus Ziegelsteinen und Granit-Werkstücken.

§. 51. Die merkwürdigste Anlage des Hafens *cronstadt* besteht: in der von *Peter dem Grofsen* aus Granit-Quader erbauten Hafenstrasse A A, durch welche man zu der aus zwo Schleusenkammern bestehenden Schleuse B gelangt, Sie ist vorzüglich zum Calfatern oder zur leichten Wiederherstellung der Schiffe bestimmt, welche vorgenommen werden kann, ohne die Durchfahrt anderer Schiffe durch diese Hafenstrasse zu stören. Zu diesem Zweck sind bey B drey Paar Stemmthore angebracht. Das erste wird geschlossen bey vier und zwanzig, das zweyte bey sechszehn, und das dritte bey acht Fufs Wasserhöhe, wenn der Theil B B der Hafenstrasse wasserleer ist. So bleibt also eine Wasserhöhe von sechszehn Schuh zwischen dem ersten und zweyten Paar Thore, und acht Schuh zwischen dem zweyten und dritten Paar Thore, um den Druck des Wassers gegen die obern Schleusenthore zu verhindern. Dieses Ausleeren oder Erniedrigen des Wassers wird mittelst der Dampfmaschine bewirkt. Die innern Bassins und Schiffsdocken leeren sich, jedes abgesondert, und zwar vermittelst denen in den Seitenmauern angebrachten Umläufen, die auch den Ablauf des Wassers aus den Bassins und Schiffsdocken erleichtern, wenn man dieselben leeren will; sie dienen ferner zur Füllung des grofsen Bassins G, dessen Tiefe 30 bis 60 Schuh beträgt, und das mittelst einer bey H stehenden Dampfmaschine, während dem Zeitraum dreyer Tage, geleert wird. Statt dieser in den 1780ger Jahren errichteten Dampfmaschine bediente man sich ehemahls zwoer Windmühlen-Schöpfwerke, welche aber erst nach sieben bis acht Monathen dieses grofse Bassin zu leeren vermochten. Die zwey grossen Schiffsdocken C sind unter Peter dem Grofsen vollendet; da aber jede Docke nur für ein Schiff bestimmt war, so hat man sie in der Folge verlängert, und zur Aufnahme zweyer Schiffe eingerichtet. Das viereckige Bassin D D D D dient zur Drehung der Schiffe, wenn sie in die Hafenstrafse B B oder in die Bassins C C gebracht werden. Die letztern Bassins hat man zu drey Schiffsdocken einrichten wollen. Die andern sechs auf der Karte mit F bezeichneten Docken sollen bis jetzt noch nicht vollkommen ausgeführt seyn, wenn ich recht berichtet bin.

Der ganze Entwurf von Schiffsdocken, den *catharina II.* im Jahr 1785 genehmigte, ist auf dreyzehn Schiffsdocken, und für eben so viele Linienschiffe berechnet, mit Ausnahme der innern Hafenstrasse B B, worin fünf Schiffe und des viereckigten Basins D, in welchem vier Fregatten auf einmahl calfatert werden können. Die grofse von 67 bis 100 Schuh weite Hafenstrafse A sowohl, als die sämmtlichen Bassins und Schiffsdocken sind ausgegraben worden. Diese Arbeiten hat die Natur bey dem festen Boden, der aus einem mit wenig Steinen vermischten Thon besteht, und von Quellen frey ist, sehr erleichtert. Auch für die Magazine hat die Russische Regierung gesorgt: bey k k steht

die zwey stockwerk hohe seilspinnerey, bey L die Theersiederey; bey M liegen die zur Aufbewahrung des Bauholzes dienenden Bau- oder Holzhöfe; bey N werden die alle Armaturen der schiffe fassenden Magazine angetroffen; bey Q Q befinden sich die schmieden und werkstätte aller Art; die zwölf casernen R dienen den Matrosen zur wohnung. Jede caserne hat drey stockwerke und einen grofsen Hof, der die Küchen und waschhäuser fafst. Bey S S liegen die Quartiere für die Marine-officiere, welche drey stockwerke haben. Folgendes ist noch bey den übrigen Gebäuden zu bemerken: die von Peter dem Grofsen von ziegeln drey stockwerke hoch erbaute Gebäude U dienen zu casernen und Bureaus; W ist die cadetten-Academie für 600 zöglinge, die aber leider, wie in manchem andern orte, zu enge wohnen sollen, wefswegen der Platz V zu einem ähnlichen Gebäude bestimmt wurde. Auf den Plätzen X sollten für die Garnison von Cronstadt und für Seesoldaten bestimmte casernen erbauet werden, der Platz T war für das Arsenal bestimmt: bey Y stand ein kleines von der Kaiserin Elisabeth erbautes schlofs, das sie während ihres Aufenthaltes in Cronstadt bewohnte, und wovon im Jahre 1785 noch ueberreste vorhanden gewesen seyn sollen. Die Quartiere Z der stadt werden von Kauf- und Gewerbsleuten bewohnt. Bey AE sind die Pulvermagazine, über dem wasser, angelegt.

§. 52. Die verbindungen der verschiedenen Häfen ist vortreffiich angeordnet. In dem grofsen Kriegshafen a liegen in drey Reihen die abgetackelten an Duc d'albes angebundenen Kriegsschiffe. Soll ein schiff ausgerüstet werden, so geht es durch die Hafenmündung b in den vorhafen c, um ausgerüstet sich auf die Rhede zu legen, und von da in die see zu stechen, nachdem es durch einen der Eingänge d d d d bugsirt ist. Der Kauffahrtheyschiffe-Hafen *e* ist blofs für diese schiffe bestimmt; denn sie dürfen sich nur darin anlegen, so wie die chalouppen, Boote und kleinen Fahrzeuge; alle müssen aber durch die Mündung *f* ein- oder auslaufen. In dem grofsen Bassin O werden die das Bauholz und andere zum schiffsbau erforderlichen Materialien und utensilien entladen, welche man dann weiter durch den canal F transportirt, um sie in denen diesen canal umgebenden Magazinen N N und Bauhöfen M M aufzubewahren. Die chalouppen und Prahmen, welche diese Materialien führen, gelangen durch die Hafenstrasse P in den Hafen c; eine für den schiffsbau wesentlich vortheilhafte Einrichtung. Das Fort cronslot dient der Rhede und dem Hafen als vertheidigungsmittel; es umschliefst einen kleinen Hafen, dessen Tiefe aber für schiffe zu geringe ist. Der Thurm h dieser Feste dient den seefahrern zum zeichen, nach welchem sie sich auf offener see richten.

So weit reichen die über dieses Hafenlocal erhaltenen Mittheilungen. Einsichtsvolle Ingenieurs werden dieselben nicht für hinreichend finden, um dadurch vorschläge zur verbesserung dieses Hafens, oder die *Anlage eines grofsen vorhafens, zwischen cronslot und dem jeizigen Kriegshafen,* und vor diesem Batterien, zu begründen; Anlagen, die wahrscheinlich jeden feindlichen Angriff unmöglich machen könnten, und in Friedens-

zeiten den Schiffen einen leicht zugänglichen Hafen, während der Stürme, darböten. Es würde auch hier der Ort nicht seyn, einen Vorschlag der Art zu entwickeln und mitzutheilen, insonderheit da ihn die russischen Ingenieurs in ihrer Localkenntnifs auffinden können, und so wird ohne Zweifel der Hafen von Cronstadt alle Stärke und Bequemlichkeit, deren er fähig ist, erhalten. Ich beschränke mich daher nur noch zu bemerken: dafs die Matrosen auf Lebenszeit vom Gouvernement angenommen und unterhalten werden; dafs die Besatzung eines jeden Schiffs ein eigenes Regiment oder Corps bildet, welches sowohl zum Hafendienst als zum Seedienst bestimmt ist. Wird ein Schiff unbrauchbar, so wird das Corps auf ein neu construirtes Schiff gebracht. Hieraus entsteht eine bedeutende Ersparnifs, und ein stets completter Zustand der Russischen Marine! Ferner bemerke ich: dafs in der neuesten Zeit auf den Seichten vor Cronstradt, d. i. dem Plane T. 90. nach rechts, mehrere Batterien in die Ostsee hineingelegt sind, welche die Vertheidigung dieser Hafens wesentlich verbessern.

ENDE DES ERSTEN BANDES.

Bayerische Staatsbibliothek München

Bayerische StaatsBibliothek

Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Wiebeking, Carl Friedrich <<von>>,

Theoretisch-practische Wasserbaukunst

Bd.: 1 : Mit acht und sechszig Kupfern

München (1811)

BHS IV 161-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10708468-7